

UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE LETRAS



FACULDADE DE MEDICINA



Composição corporal, postura e produção de fala

Débora Lucília Santo Franco

Orientadores: Professor Doutor Fernando da Assunção Martins
Professor Doutor Mário Eduardo T. Bastos Andrea
Professora Doutora Maria Isabel Caldas Januário Fragoso

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor no ramo de Linguística,
na especialidade de Linguística para Diagnóstico e Intervenção

2016



Composição corporal, postura e produção de fala

Débora Lucília Santo Franco

Orientadores: Prof. Doutor Fernando da Assunção Martins
Prof. Doutor Mário Eduardo T. Bastos Andrea
Prof.^a Doutora Maria Isabel Caldas Januário Fragoso

Tese especialmente elaborada para obtenção do grau de Doutor no ramo de Linguística,
na especialidade de Linguística para Diagnóstico e Intervenção

Júri:

Presidente: Doutora Maria Inês Pedrosa da Silva Duarte, Professora Catedrática e Membro
do Conselho Científico da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Doutor Manuel João Cerdeira Coelho e Silva, Professor Catedrático
Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra;
- Doutor Luís Miguel Teixeira de Jesus, Professor Coordenador
Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro;
- Doutor Óscar Proença Dias, Professor Catedrático
Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa;
- Doutora Maria Isabel Caldas Januário Fragoso, Professora Associada com Agregação
Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa, co-orientadora;
- Doutora Sónia Marise de Campos Frota, Professora Associada com Agregação
Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa;
- Doutor Fernando da Assunção Martins, Professor Auxiliar
Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, orientador.

ABSTRACT

Objective: The present thesis addresses four scientific issues. The objective of the first was to verify the existence of relationships between acoustic parameters of voice quality, body composition and somatotype. The second sought to determine differences between normal and dysphonic speakers taking into consideration body composition and the somatotype. The third aimed to ascertain how spinal posture, on the sagittal plane, affects the acoustic parameters of voice quality. The final issue searched for differences in the spinal alignment of normal and dysphonic speakers.

Methodologies: Seventy four adults were assessed according to: fundamental frequency and its standard deviation, the first four formants, intensity, jitter, shimmer and harmonic-to-noise ratio (HNR). Subjects were classified as normal or dysphonic speakers based on perceptive and acoustic evaluation and a nasoendoscopic exam. Anthropometric measurements were done according to International Society for the Advancement of Kinanthropometry standards and they permitted the calculation of: the components of the somatotype, the body mass index (BMI) and the body composition variables. The spine posture analysis was based on the Flexicurve methodology, taking into consideration: thoracic length curvature (TL), lumbar length curvature and kyphotic index (KI).

Results: The BMI had a significant effect on the HNR of vowel [a] and the Fat Free Mass (FFM) on the intensity of vowel [u]. Normal and dysphonic speakers showed no differences in the mean of the Somatotype Attitudinal Distance and the Somatotype Dispersion Distance. No differences were found in the vector of mean values of the somatotype components. It was also observed that the greater the TL the lower the first and third formants for vowel [u], and that dysphonic subjects presented superior values of TL and KI.

Conclusions: The BMI and FFM seem to influence vocal production, but with no differences in the somatotype variables and the body composition of normal and dysphonic speakers. We further conclude that postural alignment influences the properties of the vowels and significant differences exist in the TL and KI between groups.

Keywords: Vocal Quality; Phonetics; Acoustic Parameters; Voice pathology; Dysphonia; Body Composition; Somatotype; Body Posture.

RESUMO

Objetivo: A presente Tese aborda quatro questões científicas. A primeira teve como objetivo verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos de qualidade vocal, composição corporal e somatótipo. A segunda questão procurou determinar diferenças entre falantes normais e disfônicos, considerando a composição corporal e o somatótipo. A terceira questão procurou verificar os efeitos da postura da coluna vertebral, no plano sagital, nos parâmetros acústicos de qualidade vocal. Finalmente, a última questão visou determinar diferenças no alinhamento da coluna em falantes normais e disfônicos.

Metodologias: Setenta e quatro indivíduos adultos foram avaliados em função dos parâmetros frequência fundamental e seu desvio padrão, quatro primeiros formantes, intensidade, *jitter*, *shimmer* e *harmonic-to-noise ratio* (HNR). Os indivíduos foram classificados como normais e disfônicos com base nas avaliações perceptiva, acústica e nasoendoscópica realizadas. Foram efetuadas medidas antropométricas atendendo às normas da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*, que permitiram o cálculo das componentes do somatótipo, índice de massa corporal (IMC) e variáveis de composição corporal. A postura da coluna foi analisada com base na metodologia Flexicurve, considerando: comprimento da curvatura torácica (CT), lombar e índice cifótico (IC).

Resultados: O IMC apresentou um efeito significativo no HNR da vogal [a] e a massa livre de gordura (MLG) na intensidade de [u]. Os falantes normais e disfônicos não apresentaram diferenças significativas para a média do *Somatotype Attitudinal Distance* e do *Somatotype Dispersion Distance* e no vetor de valores médios das componentes do somatótipo. Verificou-se, ainda, que quanto mais elevado o CT mais reduzidos o primeiro e terceiro formantes, da vogal [u], e que os indivíduos disfônicos apresentavam valores superiores de CT e IC, comparativamente aos falantes normais.

Conclusões: O IMC e a MLG parecem influenciar a produção vocal mas sem diferenças nas variáveis do somatótipo e da composição corporal entre falantes normais e disfônicos. Conclui-se, ainda, que o alinhamento postural influencia as propriedades acústicas das vogais, existindo diferenças significativas no CT e no IC entre grupos.

Palavras-Chave: Qualidade Vocal; Fonética; Parâmetros acústicos; Perturbação vocal; Disfonia; Composição corporal; Somatótipo; Postura Corporal.

ÍNDICE

ABSTRACT	i
RESUMO	iii
ABREVIATURAS	xi
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xv
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	3
ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
1.1. Qualidade vocal.....	5
1.1.1. Produção de fala	8
1.1.2. Perturbação vocal ou disfonia	11
1.1.3. Perceção de fala.....	13
1.1.4. Avaliação da produção	14
1.1.5. Avaliação da perceção.....	18
1.1.6. Caracterização da qualidade vocal da população humana adulta.....	19
1.1.7. Caracterização da qualidade vocal para o Português Europeu	29
1.2. Composição corporal.....	34
1.2.1. Regras de composição corporal.....	35
1.2.2. Avaliação da composição corporal.....	37
1.2.3. Alterações na composição corporal.....	42
1.2.4. Somatótipo	43
1.2.5. Caracterização morfológica da população adulta.....	45

1.2.6.	Caracterização morfológica da população adulta portuguesa	46
1.3.	Postura.....	47
1.3.1.	Alterações da postura da coluna vertebral no plano sagital	50
1.3.2.	Avaliação da postura no plano sagital	53
1.3.3.	Caracterização do alinhamento da coluna vertebral, no plano sagital, no adulto.....	57
1.4.	Questões experimentais e objetivos	58
1.5.	Referências.....	60
CAPÍTULO 2		75
METODOLOGIA GERAL		77
2.1.	Desenho do estudo e amostra.....	77
2.1.1.	Participantes	77
2.1.2.	Procedimentos experimentais	80
2.2.	Análise estatística.....	95
2.3.	Referências.....	97
CAPÍTULO 3		101
RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, SOMATÓTIPO E QUALIDADE VOCAL		103
3.1.	Resumo.....	103
3.2.	Introdução.....	103
3.3.	Método	107
3.3.1.	Participantes	107
3.3.2.	Procedimentos	108
3.3.3.	Análise estatística dos dados	111
3.4.	Resultados	111
3.5.	Discussão.....	120
3.6.	Conclusão	128

3.7.	Referências	129
CAPÍTULO 4.....		135
COMPOSIÇÃO CORPORAL E SOMATÓTIPO DE FALANTES ADULTOS NORMAIS E DISFÔNICOS		137
4.1.	Resumo.....	137
4.2.	Introdução.....	137
4.3.	Métodos	146
4.3.1.	Participantes	146
4.3.2.	Declaração de Ética.....	147
4.3.3.	Procedimento.....	147
4.3.4.	Análise estatística dos dados	151
4.4.	Resultados	151
4.5.	Discussão.....	155
4.6.	Conclusão	159
4.7.	Referências	159
CAPÍTULO 5.....		165
EFEITOS DO ALINHAMENTO SAGITAL DA POSTURA CORPORAL NA PRODUÇÃO DE FALA		167
5.1.	Resumo.....	167
5.2.	Introdução.....	167
5.3.	Método	170
5.3.1.	Participantes	170
5.3.2.	Procedimentos	171
5.3.3.	Análise estatística dos dados	174
5.4.	Resultados	174
5.5.	Discussão.....	177

5.6.	Conclusão	182
5.7.	Referências	183
CAPÍTULO 6		187
ALINHAMENTO SAGITAL DA POSTURA CORPORAL EM FALANTES ADULTOS NORMAIS E DISFÔNICOS		189
6.1.	Resumo.....	189
6.2.	Introdução.....	190
6.3.	Métodos.....	192
6.3.1.	Participantes	192
6.3.2.	Declaração de ética.....	192
6.3.3.	Procedimentos	193
6.3.4.	Análise estatística dos dados	195
6.4.	Resultados	195
6.5.	Discussão.....	197
6.6.	Conclusão	200
6.7.	Referências	200
6.8.	Adenda	204
6.8.1.	Avaliação postural.....	204
6.8.2.	Avaliação de qualidade vocal.....	205
CAPÍTULO 7		207
DISCUSSÃO GERAL		209
7.1.	Qualidade vocal <i>versus</i> composição corporal	210
7.2.	Qualidade vocal <i>versus</i> postura corporal.....	215
7.3.	Interações entre as três áreas de investigação.....	219
7.4.	Contribuições e estudos futuros	224
7.5.	Referências	227

CAPÍTULO 8	233
CONCLUSÃO GERAL	235
8.1. Referências.....	236
AGRADECIMENTOS.....	239
PUBLICAÇÕES	241
APÊNDICES.....	245
APÊNDICE I – Consentimento informado.....	247
APÊNDICE II – Documento de identificação e de caracterização da história clínica	251
APÊNDICE III – Documento de registo de medidas antropométricas	255
ANEXOS.....	259
ANEXO I – Autorização da Comissão de Ética e Autorização do Conselho de Administração do Centro Hospitalar Lisboa Norte/Hospital de Santa Maria	261

ABREVIATURAS

- A** – *Asthenia* ou astenia
- AIQ** – Amplitude interquartil
- B** – *Breathiness* ou sopro
- BMI** – *Body mass index*
- C2** – Segunda vértebra cervical
- C7** – Sétima vértebra cervical
- CL** – Comprimento da curvatura lombar
- CT** – Comprimento da curvatura torácica
- DC** – Densidade corporal
- DP** – Desvio padrão
- DP F0** – Desvio padrão da frequência fundamental
- EP** – Erros padrão
- F0** – Frequência fundamental
- F1** – Primeiro formante
- F2** – Segundo formante
- F3** – Terceiro formante
- F4** – Quarto formante
- FFM** – *Fat free mass*
- FFT** – *Fast Fourier transform*
- G** – *Grade* ou grau de alteração vocal
- HNR** – *Harmonic-to-noise ratio*
- I** – *Instability* ou instabilidade
- IC** – Índice cifótico
- ICC** – *Intraclass correlation coefficient*
- IMC** – Índice de massa corporal
- IPR** – Índice ponderal recíproco
- ISAK** – *International Society for the Advancement of Kinanthropometry*
- KI** – *Kyphotic index*
- L1** – Primeira vértebra lombar
- L3** – Terceira vértebra lombar
- L4** – Quarta vértebra lombar
- L5** – Quinta vértebra lombar
- L9** – Nona vértebra lombar

L10 – Décima vértebra lombar
M – Média
MC – Massa corporal
Mdn – Mediana
MG – Massa gorda
MLG – Massa livre de gordura
PE – Português Europeu
PT – Profundidade torácica
R – *Roughness* ou rugosidade
S – *Strain* ou tensão
S2 – Segunda vértebra sacral
S1 – Primeira vértebra sacral
SAD – *Somatotype attitudinal distance*
SDD – *Somatotype dispersion distance*
SEM – *Standard error of measurement*
SNC – Sistema nervoso central
SPL – *Sound pressure level*
TL – *Thoracic length curvature*
T12 – Décima segunda vértebra torácica
T1 – Primeira vértebra torácica
T12 – Décima segunda vértebra torácica
TEM – *Technical error of measurement*
VC – Volume corporal
%MG – Percentagem de massa gorda
%MLG – Percentagem de massa livre de gordura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Os cinco níveis da composição corporal humana (Wang et al., 1992).	36
Figura 2. Representação esquemática de dois padrões posturais, no plano sagital, de Lippold et al. (2006, p. 784). Em (a), verifica-se uma postura craniofacial distal e vertical, com acentuações das curvaturas torácica e lombar e aumento do ângulo pélvico; em (b), representa-se uma postura craniofacial mesial e horizontal, com retificação das curvaturas torácica e lombar e diminuição da angulação pélvica.	52
Figura 3. Variações da postura sagital da coluna vertebral atendendo à relação ente o CT e o CL, segundo Roussouly e Nnadi (2010).....	53
Figura 4. Seleção dos participantes elegíveis para integração nos estudos.	79
Figura 5. As marcas anatómicas ilustradas são: C7 (A), o ponto de inflexão (B) e o espaço intervertebral L5/S1 (C). As variáveis de caracterização da coluna são: CT = distância em centímetros entre A e B, CL = distância em centímetros entre os pontos B e C, IC = profundidade torácica (D)/CT \times 100.....	95
Figura 6. Diagramas de dispersão, com sobreposição das retas de regressão de acordo com o sexo, relativos ao parâmetro F0, à esquerda, e ao parâmetro DP F0, à direita, <i>versus</i> idade, para a vogal [a].	115
Figura 7. Gráficos de barras com a média e o erro padrão (EP) dos parâmetros acústicos F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade do sinal acústico, <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> e HNR por sexo, para as vogais [a], [i] e [u]. As diferenças significativas entre os sexos estão assinaladas com um asterisco e as vogais com que estão relacionadas.....	116
Figura 8. Diagramas de dispersão, com sobreposição das retas de regressão de acordo com o sexo, relativos à F0, à esquerda, e ao DP F0, à direita, <i>versus</i> MLG, para a vogal [u]. .	120
Figura 9. Média e erro padrão (EP) de <i>Somatotype Attitudinal Distance</i> (SAD), <i>Somatotype Dispersion Distance</i> (SDD), índice de massa corporal (IMC), percentagem de	

massa gorda (%MG), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG), para falantes normais e disfônicos..... 154

Figura 10. Diagrama de dispersão a três dimensões das componentes do somatótipo relativas aos falantes normais e disfônicos..... 155

Figura 11. Pontos de referência anatômicos e variáveis da postura da coluna vertebral no plano sagital. O ponto A representa C7, o ponto B o ponto de inflexão entre os corpos vertebrais da coluna torácica e lombar e o ponto C representa o espaço intervertebral L5/S1. As variáveis da postura sagital da coluna são: CT (distância entre A e B), CL (distância entre B e C) e IC [IC = profundidade torácica (D)/ CT × 100]. 173

Figura 12. Diagramas de dispersão com sobreposição das retas de regressão de F1 (à esquerda) e de F3 (à direita) *versus* CT, no caso da vogal [u]. 177

Figura 13. As marcas anatômicas ilustradas são: C7 (A), o ponto de inflexão (B) e o espaço intervertebral L5/S1 (C). As variáveis de caracterização da coluna são: CT = distância em centímetros entre A e B, CL = distância em centímetros entre os pontos B e C, IC = profundidade torácica (D)/CT × 100..... 193

Figura 14. Média e erro padrão do CT, do CL e IC para falantes normais e disfônicos de acordo com o sexo..... 197

Figura 15. Diagrama esquemático representativo da influência da distribuição de MG na eficiência motora da fonação..... 212

Figura 16. Diagrama representativo do mecanismo biomecânico associado a adaptações posturais que afetam a produção vocal..... 218

Figura 17. Diagrama ilustrativo da relação existente entre a morfologia corporal e a eficiência fonatória resultante. 222

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação existente entre os marcadores linguísticos e as características vocais.	6
Tabela 2. Caracterização de cada um dos parâmetros considerados na avaliação de produção.....	16
Tabela 3. Caracterização dos parâmetros considerados na escala GRBAS.	19
Tabela 4. Valores mínimos e máximos e/ou médias e desvios padrão relativos ao parâmetro F0 (em Hz), considerando o sexo e o comportamento vocal.	21
Tabela 5. Valores médios dos formantes (em Hz) para falantes do Português Brasileiro, considerando o sexo e a vogal produzida.	23
Tabela 6. Valores médios, erros padrão e/ou mínimos e máximos de <i>jitter</i> , considerando o sexo e o comportamento vocal.	24
Tabela 7. Valores médios, desvios padrão ou erros padrão e/ou mínimos e máximos de <i>shimmer</i> , considerando o sexo e o comportamento vocal.	26
Tabela 8. Valores de HNR, considerando o sexo e o comportamento vocal.	27
Tabela 9. Caracterização áudio-percetiva de dois grupos de falantes sem disfonia, considerando os parâmetros da escala GIBAS.	28
Tabela 10. Caracterização áudio-percetiva da voz patológica segundo vários autores, considerando a escala GRBAS.....	29
Tabela 11. Valores (Média \pm Desvio Padrão e/ou Média) de F0 para falantes do PE sem e com disfonia (em Hz), considerando o sexo e o comportamento vocal.	30
Tabela 12. Valores médios de DP F0 para falantes do PE sem e com disfonia (em Hz).	31
Tabela 13. Valores médios dos formantes (em Hz) para falantes do PE, considerando o sexo e a vogal produzida.	31

Tabela 14. Valores percentuais de <i>jitter</i> para falantes do PE sem e com disfonia, considerando o sexo e o comportamento vocal.....	33
Tabela 15. Valores percentuais de <i>shimmer</i> para falantes do PE.....	33
Tabela 16. Valores de HNR (em dB) para o PE, considerando o comportamento vocal.	33
Tabela 17. Caracterização áudio-percetiva de falantes do PE, considerando a escala GRBAS.	34
Tabela 18. Valores assumidos como constantes relativos aos componentes e densidades (a 36°C) de gordura, MLG e MC.	37
Tabela 19. Caracterização da amostra e do desenho de cada um dos quatro estudos desenvolvidos.	79
Tabela 20. Medidas descritivas das variáveis demográficas relativas aos indivíduos dos estudos I e II, de acordo com o sexo (N = 72).....	80
Tabela 21. Medidas descritivas das variáveis demográficas relativas aos indivíduos dos estudos III e IV, de acordo com o sexo (N = 74).	80
Tabela 22. Equações de predição da DC para adultos e idosos de acordo com Durnin e Womersley (1974).....	91
Tabela 23. Equações para converter a DC em %MG, para adultos, de acordo com Heyward e Stolarczyk (1996).....	92
Tabela 24. Precisão intra-avaliador, ICC(3,1) e SEM, relativa às variáveis posturais...	95
Tabela 25. Medidas estatísticas descritivas, nomeadamente mínimo, máximo, média, desvio padrão, mediana e amplitude interquartil, das características morfológicas (estatura, peso, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) por sexo (N = 72).	112
Tabela 26. Resultados da regressão linear múltipla (<i>post hoc</i> da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [a].	113

Tabela 27. Resultados da regressão linear múltipla (<i>post hoc</i> da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [i].....	117
Tabela 28. Resultados da regressão linear múltipla (<i>post hoc</i> da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos da vogal [u].....	119
Tabela 29. Resultados atuais relacionando a morfologia corporal e as características vocais.....	140
Tabela 30. Caracterização acústica das vozes dos falantes normais e dos falantes disfónicos.	150
Tabela 31. Medidas descritivas das variáveis demográficas dos participantes de acordo com o sexo (N = 72).....	152
Tabela 32. Medidas descritivas, média (DP), das características morfológicas (estatura, peso, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) para falantes normais e disfónicos de acordo com o sexo (N = 72).....	152
Tabela 33. Medidas descritivas de variáveis antropométricas (SAD, SDD, DC, IMC, %MG, MG, MLG), para grupos normais e disfónicos, e os resultados dos testes <i>t</i> para amostras independentes para a comparação entre grupos.	153
Tabela 34. Resultados da regressão multivariada <i>stepwise</i> , considerando os parâmetros acústicos como o vector de variáveis dependentes e as variáveis posturais como candidatas a preditores, para as vogais [a], [i] e [u].....	175
Tabela 35. Resultados da regressão linear múltipla (posterior à regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [u].....	176
Tabela 36. Precisão intra-avaliador, ICC(3,1) e SEM, relativa às variáveis posturais.	194
Tabela 37. Medidas descritivas das variáveis demográficas dos indivíduos de acordo com o sexo (N = 74).....	195
Tabela 38. Medidas descritivas das variáveis relativas à coluna sagital (CT, CL e IC) para falantes normais e disfónicos, de acordo com o sexo.....	196

INTRODUÇÃO

A variabilidade de qualidades vocais e o desafio imposto na reabilitação de vozes patológicas vêm despoletando um desafio ainda maior: a compreensão da influência das características físicas intrínsecas ao indivíduo na produção vocal. Até ao momento pouco se sabe sobre produção de fala e de composição corporal (Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013), sobretudo sobre o Português Europeu (PE), tal como é debatido ao longo deste trabalho. Esta questão torna-se ainda mais relevante quando nos confrontamos com circunstâncias de dor nos músculos laríngeos, cervicais e torácicos em indivíduos com patologias vocais de natureza funcional ou orgânico-funcional (Lieberman, 1998; Rubin, Lieberman & Harris, 2000). A compreensão desta sintomatologia, da sua origem e das suas consequências na qualidade vocal são uma preocupação constante para o Terapeuta da Fala. Além disso, existem artigos científicos que apresentam, no caso de patologias vocais, evidências clínicas de músculos laríngeos mais tensos, de centro de massa corporal deslocado posteriormente e de posição anterior da cabeça (Bruno et al., 2009; Kooijman et al., 2005). Estes dados impõem que se estude uma possível associação entre alterações posturais e patologia vocal, fundamental no desenho de estratégias terapêuticas adequadas.

A clarificação das dúvidas e questões associadas à voz patológica colocadas na prática clínica passa pela tentativa de compreensão de padrões vocais típicos. Desta forma, o trabalho de investigação desenvolvido tem em consideração estes dois grupos populacionais: falantes sem patologia vocal (ou falantes normais) e falantes disfónicos. A presente Tese incorpora uma compilação de quatro artigos científicos já publicados, *in press* ou submetidos para publicação em revistas com revisão por pares, com um fator de impacto ISI estabelecido. Clarificando a estrutura da Tese, passa-se a explicar o conteúdo de cada capítulo:

Inicialmente, faz-se um enquadramento teórico do trabalho desenvolvido o qual corresponde ao **Capítulo 1**, onde se sustenta detalhadamente a motivação para o estudo aqui indicado, se faz uma revisão teórica da temática abordada (qualidade vocal, composição corporal e postura corporal), se abordam as hipóteses de investigação e se enumeram os objetivos desta investigação.

No **Capítulo 2** é descrita a metodologia desenvolvida na elaboração dos quatro estudos levados a cabo no âmbito da presente Tese.

Para fazer cumprir os objetivos mencionados no primeiro capítulo, estuda-se a relação entre a composição corporal, o somatótipo e a qualidade vocal no **Capítulo 3**.

Posteriormente, analisa-se a existência de diferenças entre composição corporal e somatótipo nos grupos de falantes normais e de falantes disfónicos, no **Capítulo 4**.

Considerando os conhecimentos teóricos e práticos obtidos nestes dois capítulos, analisa-se o impacto da postura corporal na qualidade vocal, no **Capítulo 5**.

Em continuidade, no **Capítulo 6** estuda-se a existência de diferenças na postura sagital da coluna vertebral entre indivíduos não disfónicos e disfónicos.

Por último, apresenta-se uma discussão integradora dos estudos desenvolvidos (artigos científicos) no âmbito da presente Tese na penúltima secção, ao nível do **Capítulo 7**. Esta secção está organizada de acordo com as três temáticas abordadas e explicadas no Capítulo 1 (enquadramento teórico) e inclui, também, aplicações práticas dos resultados da Tese. No **Capítulo 8**, referem-se as principais conclusões desta Tese.

No final, na secção Apêndices, estão incluídas as autorizações dos Conselhos de Ética e de Administração do Hospital onde foi recolhida a amostra e a estrutura do Consentimento Informado utilizado.

CAPÍTULO 1

ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1.1. Qualidade vocal

O PE tem características próprias, linguísticas, segmentais (sistema sonoro) e suprasegmentais (aspetos prosódicos e paralinguísticos), que podem ser reconhecidas através da análise de propriedades fonéticas, articulatórias, acústicas e percetivas (Mateus et al., 2003; Sim-Sim, 1998).

A função semiótica da comunicação pode ser melhor compreendida considerando o estudo da qualidade vocal. É através desta análise que o estudo completo da Fonética de determinada língua é conceptualmente alcançado (Laver, 1980). Deve ser feita a distinção entre segmentos fonéticos e ajustes fonéticos. Segundo Laver (1980), a teoria fonética preocupa-se com o uso do trato vocal para fins linguísticos. As diferenças entre segmentos fonéticos são salientadas e não as suas semelhanças. Um dos pressupostos considerados no estudo dos segmentos fonéticos é de que os sistemas de produção de fala dos falantes são anatomicamente semelhantes (Beck, 1999). Por outro lado, a descrição articulatória preocupa-se não só com as diferenças mas também com as semelhanças na performance vocal. Os ajustes fonéticos, segundo Laver (1980), dão uma base de coloração auditiva ao longo das sequências segmentais articulatórias de curto-prazo. Esses ajustes podem ser usados para propósitos fonológicos, paralinguísticos e extralinguísticos. Neste último caso, alvo de interesse ao longo deste trabalho, os ajustes fonéticos são uma componente da qualidade vocal e contribuem para a identificação de determinado falante (Laver, 1980).

A qualidade vocal é um importante veículo de informação sobre as características físicas, psicológicas e sociais do falante (Laver, 1980). É "a coloração auditiva característica da voz de determinado falante, e não no sentido mais restrito da qualidade decorrente unicamente da atividade de laringe" (Laver, 1980, p. 1). A ação da pressão e fluxo expiratórios, realizada pela glote, véu palatino, língua, mandíbula e lábios, dá origem a uma sequência sonora que é percebida pelo ouvinte. Parte das variações dessa realidade sonora são feitas intencionalmente pelo falante para transmitir informação linguística. Outras propriedades/ajustes transmitem informações paralinguísticas, tais como atitudes e emoções (Laver, 1980; Löfqvist, 1999). A Tabela 1 ilustra a relação existente entre os marcadores linguísticos e as características vocais. Neste sentido, as variações vocais podem estar relacionadas com elementos segmentais ou suprasegmentais do código linguístico. Contudo, essas variações desempenham um papel nos sistemas suprasegmentais, muito para além do que é estritamente dependente da frequência fundamental (F0) e da amplitude. Embora a função comunicativa de certas qualidades vocais

tendam a ser universais, em muitos casos são culturalmente determinados (Ní Chasaide & Gobl, 1999). Há também propriedades fonéticas com uma função sociolinguística que refletem características sociais e geográficas de dialeto (Ní Chasaide & Gobl, 1999). Para além destas, há ainda as propriedades biológicas do falante, como o sexo e a idade (Löfqvist, 1999).

Tabela 1. Relação existente entre os marcadores linguísticos e as características vocais.

Função de sinalização	Informativa		Informativa e comunicativa	
Relação com a linguagem	Extralinguística Características vocais		Paralinguística “tom da voz”	Realizações fonéticas das unidades linguísticas
Perspetiva temporal	Permanente	Quase-permanente	A médio termo	A curto termo
Variabilidade vocal	Características vocais decorrentes de diferenças anatómicas entre os indivíduos que influenciam a qualidade e os aspetos dinâmicos	Ajustes vocais, i.e., configurações musculares habituais do trato vocal, incluindo ajustes da qualidade vocal e da dinâmica vocal	“Tom de voz” alcançado através do uso temporário dos ajustes vocais, incluindo ajustes da qualidade paralinguística e da dinâmica paralinguística	Realizações articulatórias momentâneas de unidades fonológicas, incluindo manipulações de curto prazo de recursos fonéticos de qualidade e manipulações de curto prazo de recursos fonéticos dinâmicos
Função de marcação	Marcadores físicos	Marcadores sociais e psicológicos		
Capacidade de controlo	Incontrolável, portanto não aprendido, <i>hardware</i>	Sob potencial controlo muscular, portanto aprendido e imitável, <i>software</i>		

Nota. Tabela adaptada de Laver (1980).

As características paralinguísticas, sociolinguísticas e extralinguísticas constituem um contexto para a proeminência percetiva da qualidade vocal (Kuwabara & Sagisaka, 1995; Laver & Trudgill, 1979; Laver, 1980; Ní Chasaide & Gobl, 1999). Segundo Laver e Trudgill (1979), os aspetos extralinguísticos da qualidade vocal estão fora de qualquer possibilidade de controlo por parte do falante e, conseqüentemente, sem influência no significado linguístico. Neste nível estão as propriedades físicas do aparelho vocal, nomeadamente o tamanho, a configuração e o tónus muscular. As vozes de homens, mulheres e crianças, na sua maioria, refletem diferenças anatómicas, embora a anatomia intrínseca possa ser melhorada ou empobrecida, dependendo do contexto sociocultural (Ní Chasaide & Gobl, 1999). A qualidade vocal é ainda afetada por patologias físicas e psíquicas, como é documentado por vários investigadores (Guimarães & Abberton, 2005; Roy & Bless, 2000; Scherer, 1987). Estas patologias parecem ter um papel decisivo na qualidade vocal, já que fazem parte de um corpo de natureza una. Para além dos fatores linguísticos e não linguísticos mencionados, a qualidade vocal também carrega informação exclusivamente pessoal e desempenha uma função importante na identificação e

diferenciação de falantes (Kuwabara & Sagisaka, 1995; Ní Chasaide & Gobl, 1999). Kuwabara e Sagisaka (1995) falam em *hardware* e *software* na tentativa de clarificarem estes conceitos. Estes autores caracterizam como *software*, que pode ser programável, as características sociolinguísticas e os fatores psicológicos da individualidade vocal, devido ao facto de se basearem sobretudo no controlo dos órgãos da fala. Por outro lado, as características anatómicas dos órgãos, sendo «estáticas» ou mais difíceis de modificar, estão relacionadas com o *hardware* (Kuwabara & Sagisaka, 1995).

Segundo Laver e Trudgill (1979), as características extralinguísticas podem ser de dois tipos: (a) diferenças anatómicas entre falantes, (b) a configuração do seu trato vocal durante a fala.

O primeiro caso diz respeito ao *hardware*, ou seja, às características anatómicas do falante, que têm influência na qualidade e dinâmica vocais (Laver & Trudgill, 1979; Kuwabara & Sagisaka, 1995). As variações anatómicas abrangem as diferenças na forma e dimensão relativa das estruturas (Beck, 1999; Laver, 1980).

As influências anatómicas ou morfológicas na qualidade vocal envolvem o tamanho do trato vocal, dos lábios, da língua, da cavidade nasal, da faringe e da mandíbula, as características de dentição e a morfologia da laringe (Beck, 1999; Laver & Trudgill, 1979). Estes fatores anatómicos impõem limites sobre a gama de efeitos espectrais que o falante pode, potencialmente, controlar acusticamente. As influências anatómicas na dinâmica vocal devem-se a fatores como dimensão e massa das pregas vocais, e ao volume respiratório (Laver & Trudgill, 1979).

O julgamento por parte do ouvinte é também influenciado pelas características físicas do falante, aspetos estes invariantes e involuntários da performance do falante (Laver & Trudgill, 1979). O ouvinte aprecia as características físicas, a idade e o sexo, as quais são características intrínsecas da variabilidade morfológica do indivíduo. Por outro lado, a presença ou ausência de patologia também é inferida com alguma precisão (Laver & Trudgill, 1979). O julgamento perceptivo do sinal acústico será debatido mais adiante, neste capítulo. Estas inferências têm sido estudadas por alguns investigadores (Collins, 2000; Evans, Neave, Wakelin & Hamilton, 2008) embora os seus resultados não sejam consensuais.

O segundo tipo de características extralinguísticas referidas por Laver e Trudgill (1979) abarca a configuração do trato vocal durante a fala. As variações fonéticas abrangem as diferenças na forma como um determinado indivíduo usa o seu sistema de produção de fala (Beck, 1999; Laver, 1980). A atividade supraglótica do trato vocal, ou seja, a função articulatória (descrita mais à frente neste capítulo), tem sido descrita desde a Teoria Acústica de Produção de Fala ou Teoria Fonte-Filtro (Fant, 1960). Esta teoria pode ser explicada como o

produto sonoro audível produzido primeiramente por uma fonte sonora em conjunto com uma fonte de energia, e modelado por certas modificações estruturais designadas como filtros. A energia do ar expirado é capaz de causar modificações nas várias estruturas do sistema respiratório e digestivo envolvidas no ato de fonação, ou seja, de deslocar a fonte sonora periódica, nomeadamente as pregas vocais, do seu estado de repouso assim como outras estruturas do sistema estomatognático, como as cavidades oral e nasal (fontes sonoras aperiódicas). O trato vocal atua como um filtro e as suas frequências de ressonância designam-se por formantes. Os formantes correspondem a harmónicas reforçadas (múltiplas da frequência fundamental ou F0). No caso das vogais, são reconhecidas pelos seus formantes, os quais são produzidos por mecanismos articulatórios e modificados por ajustes específicos do trato vocal. O primeiro formante, denominado F1, tem relação direta com as cavidades formadas em função da abertura da mandíbula, abaixamento ou elevação da língua, deslocamento vertical e constrição laríngea. F2 é o correlato das cavidades de ressonância consequentes do movimento horizontal da língua e, por sua vez, F3 depende do tamanho da cavidade oral (Guimarães, 2007; Mateus, Falé & Freitas, 2005).

Os estudos que relacionam parâmetros acústicos de qualidade vocal e aspetos morfológicos do falante começaram a desenvolver-se, primeiramente com macacos (Hauser, Evans & Marler, 1993) e mais recentemente com humanos (González, 2004; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013).

A capacidade pulmonar, o padrão respiratório, as características e dinâmica das pregas vocais, o comportamento vocal (o segmento produzido e o contexto da sua produção), entre outros fatores, sendo partes de um todo, funcionam como uma engrenagem.

1.1.1. Produção de fala

A Fonética é uma área da linguagem, que tem como objetivo o estudo dos sons concretos da fala, desde a sua produção ao seu reconhecimento. A Fonética divide-se em três grandes áreas de estudo: a Fonética Articulatória (estudo dos movimentos dos órgãos fonoarticulatórios e das configurações articulatórias necessárias à produção dos sons da fala); a Fonética Percetiva (estuda o modo como os sons da fala são captados e reconhecidos pelo aparelho auditivo) e por fim, a Fonética Acústica (estuda as propriedades físicas acústicas dos sons produzidos pelos mecanismos articulatórios) (Mateus et al., 2005).

Falar-se de fenómenos fonéticos e de qualidade vocal só faz sentido considerando as variáveis físicas e auditivas associadas à produção e perceção de fala. A comunicação interpessoal envolve estruturas que constituem o sistema estomatognático, o qual pressupõe equilíbrio constante para que as suas funções sejam realizadas harmoniosamente (Douglas &

Oncins, 2013; Laver & Trudgill, 1979). Cada ação muscular deverá ser cooperativamente facilitada por todos os sistemas musculares, potenciando a sua atividade (Laver & Trudgill, 1979). A produção de fala pressupõe: (a) o fluxo de ar expiratório, (b) a vibração das pregas vocais para alguns dos sons (fonte de ruído periódico), (c) propriedades de reflexão e configuração do trato vocal (filtros), e (d) um sistema neurofisiológico que coordena todas estas atividades (Behlau & Pontes, 1995; Fant, 1960; Guimarães, 2002, 2007; Laver & Trudgill, 1979). A sua análise deve reconhecer que são partes de um todo comum – o corpo humano.

A laringe desempenha primariamente um papel sustentador da vida – a respiração (Colton, Casper & Leonard, 2010). Podem-se encontrar três padrões respiratórios associados à voz falada. O padrão torácico superior está relacionado com a voz habitual, mas quando usado com persistência provoca tensão na laringe, fortalece os músculos acessórios inspiratórios, contribui para um prejuízo da capacidade expiratória e até para a presença de perturbações vocais. O volume e capacidade pulmonares dependem de fatores antropométricos como a idade, a estatura, a forma física e a postura corporal. Também são fortemente sensíveis à doença pulmonar. A função fonatória exige 35 a 70% da capacidade vital, mas o mais importante é a forma como o ar é regulado (Dejonckere, 2010; Guimarães, 2007).

Behlau, Madazio, Feijó e Pontes (2001) explicam que, durante a fonação, a inspiração deve ser oro-nasal, rápida, silenciosa e efetiva. Contrariamente, a expiração é um processo passivo resultando do relaxamento do diafragma e da elasticidade dos músculos torácicos. Assim, as forças aerodinâmicas devem estar equilibradas com as forças mioelásticas da laringe para que a fonação seja normal e não demasiadamente soprosa ou excessivamente tensa. Por sua vez, a detenção de valores de capacidade vital reduzidos reflete-se na dificuldade em realizar fonação sustentada, verificando-se inspirações frequentes com pausas inadequadas no discurso e, ainda, contração da musculatura extrínseca do pescoço e tensão laríngea para a pessoa conseguir o equilíbrio durante a fonação (Behlau et al., 2001).

A voz é produzida pela atividade laríngea. A voz é um comportamento biopsicossocial, constituindo umas das extensões mais fortes da personalidade do indivíduo (Behlau & Pontes, 1995; Laver, 1980). É um som audível resultante da relação entre a pressão e a velocidade do fluxo de ar expiratório, os padrões de adução e abdução das pregas vocais e as propriedades de reflexão e configuração do trato vocal (Behlau & Pontes, 1995; Guimarães, 2007).

Por sua vez, a articulação verbal é um fenómeno motor que faz com que o som seja convertido em palavras através de movimentos coordenados dos órgãos fonoarticulatórios, que são: lábios, língua, palato mole, palato duro, faringe, laringe, pregas vocais, músculos respiratórios, da mastigação, entre muitos outros. O Sistema Nervoso Central (SNC) é responsável pelo planeamento, controlo e coordenação das estruturas estomatognáticas e dos

movimentos realizados por estas durante a fala (Mateus et al., 2005). Uma articulação com sons bem definidos indica controlo da dinâmica fonoarticulatória e transmite ao ouvinte: franqueza, desejo de ser compreendido e clareza de ideias. Assim, determinadas imprecisões articulatórias podem exigir um ajustamento muscular que interfere diretamente no mecanismo da laringe, comprometendo a emissão vocal (Behlau et al., 2001).

O estudo da qualidade vocal pressupõe, primeiramente, uma definição desse conceito. No âmbito deste estudo, a *qualidade vocal* é entendida como um som (ou sequência fonética) audível realizado pela atividade laríngea a qual deve ter uma eficiência máxima para que perceptivamente, o ouvinte a julgue como agradável e eficaz, e o próprio emissor se sinta confortável na sua emissão, quer anatomofisiologicamente, quer perceptivamente. Uma voz com qualidade significa que os segmentos fonéticos são produzidos no seu espaço articulatório característico.

O conceito de qualidade vocal, com base no exposto, é o resultado de um conjunto de características constantemente presentes na produção de fala de determinada pessoa (Abercrombie, 1967; Laver, 1980). Essas características englobam não só a componente orgânica (relativa às estruturas do aparelho fonador) como também a componente fonética ou funcional (o uso dessas mesmas estruturas, ou seja, a função desempenhada).

A qualidade vocal é então caracterizada por: (a) características físicas de comprimento, massa, tensão e elasticidade das pregas vocais; variações do funcionamento laríngeo; (b) pressão pulmonar subglótica; (c) dimensão, forma e propriedades de reflexão do trato vocal; e (d) tipo de comportamento vocal (Guimarães, 2007).

Este fenómeno aerodinâmico e articulatório origina um sinal acústico que pode ser descrito por vários parâmetros acústicos, estritamente espectrais. Estes têm uma estreita associação com parâmetros auditivos dinâmicos ou perceptivos (Laver & Trudgill, 1979). A decomposição do sinal acústico em parâmetros acústicos será tratada em maior pormenor nos Capítulos 2 e 4.

A falta de uma definição e consequente determinação de limites relativos ao conceito de voz normal coloca limitações na objetividade clínica, assim como na pesquisa científica. Além disso, atendendo à diversidade de características anatomofisiológicas individuais, à capacidade de compensação e às possíveis exigências vocais, ainda não é possível estabelecer-se uma relação única e perfeita entre as condições laríngeas e a disfonia (Guimarães, 2007).

1.1.2. Perturbação vocal ou disfonia

Behlau, Azevedo e Pontes (2001) afirmam que os conceitos de normalidade *versus* patologia associados à voz são negociáveis. Estes autores justificam a sua posição referindo vários investigadores, por exemplo Moore (1971), para quem o critério de normalidade é determinado pelos ouvintes na medida em que perturbações vocais são culturalmente baseadas e socialmente determinadas.

Considerando a literatura consultada, pode-se concluir que a qualidade vocal ultrapassa os limites considerados de normalidade quando:

- (a) a altura tonal, a sensação de intensidade e/ou a qualidade vocal são desagradáveis ou inadequadas para a idade e sexo do falante, sendo inaceitáveis social e profissionalmente (Behlau et al., 2001; Enderby & Emerson, 1996);
- (b) o emissor sente desconforto ou dor ao falar ou ao cantar (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007);
- (c) causa preocupação ao próprio que necessita de ser resolvida (Fawcus, 2001);
- (d) o emissor apresenta história de queixa vocal e os clínicos encontram sinais evidentes de disfonia (Behlau et al., 2001).

O conceito de perturbação vocal ou disfonia diz respeito à “dificuldade de emissão de voz com as suas características naturais” (Tarneaud, 1941 citado por Pinho, 2003, p. 3). Segundo Behlau et al. (2001), esta dificuldade engloba as alterações vocais, assim como alterações cinestésicas possivelmente presentes, mas sem um marcador auditivo definido.

A disfonia pode ser dependente da patologia ou lesão orgânica (padrão histológico, localização, tamanho da lesão, extensão e grau), da atividade laríngea (competência glótica, simetria, massa e tensão das pregas vocais e comportamentos compensatórios), assim como do balanço entre os fatores mecânicos e aerodinâmicos da fonação (Colton et al., 2010; Guimarães, 2007; Hirano, 1981; Hirano & Bless, 1993; Laver, 1991; Milutinovic, 1996).

As perturbações vocais envolvem diversos fatores causais, cada um deles com um papel importante. Essa multifatorialidade originou o desenvolvimento de classificações no campo das disfonias. Para Garcia-Tapia e Cobeta (1996), classificar é interpretar, não se tratando apenas de uma identificação de perturbações, parâmetros ou alterações. O sistema classificativo das perturbações vocais ou disfonias pode estar relacionado com: (a) tempo do sintoma; (b) etiologia; (c) patologia laríngea subjacente; (d) mobilidade das pregas vocais ou cinesiologia laríngea; (e) características percetivo-acústicas (altura tonal, sensação de intensidade e qualidade) (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007).

A classificação relativa à etiologia é a mais comumente utilizada por otorrinolaringologistas, terapeutas da fala e todos os outros profissionais que trabalham com voz

patológica, sendo por essa razão aquela que será seguidamente analisada. Os fundamentos desta classificação remetem para a dicotomia orgânico *versus* não-orgânico (funcional). São diversos os profissionais que ao longo do tempo tentaram traçar os contornos de uma e da outra situação.

Fawcus (2001) considera que as disfonias orgânicas são causadas por patologias estruturais (orgânicas) ou fisiológicas, ao nível da laringe ou a nível sistémico com repercussões na estrutura ou função laríngea. Segundo a mesma dicotomia, Enderby e Emerson (1996) consideram que uma perturbação vocal de natureza orgânica pode ser causada por doenças sistémicas, patologias congénitas, lesões, hiperfuncionamento ou abuso vocal. Ao contrário, uma perturbação de natureza não-orgânica inclui disfunções psicogénicas ou stresse vocal.

Segundo Guimarães (2007), as disfonias funcionais são aquelas que não são explicáveis por lesão laríngea orgânica. Behlau et al. (2001) enumeram algumas alterações possivelmente encontradas e relacionadas com o conceito de disfonia funcional: fisiologia alterada, abuso e mau uso vocal, técnica vocal inadequada, disfonia psicogénica, disfonia na ausência de lesões observáveis, disfonia com redução de movimentos das pregas vocais, disfonia por modelo vocal inadequado, disfonias idiopáticas, entre outras.

Facilmente se percebe que os fatores orgânico e funcional estão, muitas vezes, associados, sendo essa interação bastante complexa. Assim, como as alterações vocais comportamentais podem desencadear uma alteração orgânica ou estrutural, algumas classificações passaram a incluir patologias com estas características. Behlau e Pontes (1995) propuseram a seguinte classificação: disfonias funcionais, organicofuncionais e orgânicas. No primeiro caso, está subjacente o envolvimento máximo do comportamento vocal na etiologia da perturbação vocal, no último caso, ao contrário, pressupõe-se que a mesma causa esteja ausente. Para estes autores, as disfonias funcionais podem ter como mecanismos etiológicos o uso incorreto da voz, inaptações vocais e alterações psicogénicas. As disfonias organicofuncionais têm subjacente uma causa funcional que dá origem a lesões secundárias, sendo esta uma etapa posterior no processo de evolução das disfonias funcionais. Finalmente, as disfonias orgânicas são independentes do uso vocal, tendo como fatores etiológicos diversos outros processos.

Do mesmo modo que o comportamento vocal pode ter um papel preponderante no desencadeamento das disfonias organicofuncionais, uma disfonia orgânica pode obrigar a modificações de função, transformando o quadro inicial num quadro organicofuncional. Nestes casos, embora possa haver a possibilidade de tratamento da lesão estrutural, se a função não for readaptada pode-se passar de um quadro de disfonia orgânica primária para um quadro de disfonia funcional (Behlau & Pontes, 1995).

Pinho (2003) reforçou a conceptualização que está na base da categorização de Behlau e Pontes (1995), porém propôs a seguinte terminologia: disfonias funcionais, orgânicas

secundárias e orgânicas primárias. Os pressupostos teóricos usados para justificar esta classificação são semelhantes aos usados por Behlau e Pontes (1995), expostos anteriormente.

Mais recentemente, Verdolini, Rosen e Branski (2006) propuseram uma classificação de patologia vocal que explora exaustivamente cada um dos fatores etiológicos e o seu impacto na qualidade vocal e na qualidade de vida do falante, a fim de facilitar a comunicação entre profissionais na avaliação e intervenção na patologia vocal. A classificação das perturbações vocais neste manual refere-se à atribuição de um problema de voz a um conjunto específico de sinais e sintomas de alteração vocal. Segundo os autores, classificar exige que seja tido em consideração o quadro clínico ou outro tipo de condição(ões) que pode desempenhar um papel fulcral na alteração vocal, e as características da função vocal que podem ser afetados por essa(s) condição(ões). São apresentados nove grandes dimensões ou condições: patologias estruturais da laringe, condições inflamatórias da laringe, trauma ou lesão da laringe, condições sistêmicas com consequências na voz, alterações aerodigestivas não-laríngeas com consequências na voz, alterações psiquiátricas e psicológicas com consequências na voz, alterações neurológicas com consequência na voz e, por último, patologias vocais não diagnosticadas ou não especificadas (Verdolini et al., 2006). Para cada situação ou perturbação vocal, devem ser codificadas todas as condições clínicas que sejam identificadas como causadoras da alteração vocal bem como a caracterização da qualidade vocal e a sua severidade.

A classificação relativa à etiologia da perturbação vocal é a mais usada ao nível da reabilitação vocal, sendo por isso a explorada no âmbito desta tese.

1.1.3. Perceção de fala

A voz assume-se como um meio que permite a comunicação oral e assim é fácil compreender que o interlocutor possa ser afetado pela qualidade da voz do emissor, sobretudo se o emissor necessitar de um bom desempenho vocal para o exercício da sua profissão (Guimarães, 2007). Percetivamente, o ouvinte julga a qualidade vocal do emissor, quer de uma forma consciente quer de forma inconsciente. Essa qualidade vocal é obviamente resultante de características anatomofisiológicas do emissor e julgada pelo ouvinte de acordo com fatores socioculturais. O julgamento por parte do ouvinte é também influenciado pelas características físicas do falante, aspetos estes invariantes e involuntários da performance do falante (Laver & Trudgill, 1979).

Nesta afirmação, está subjacente uma análise percetiva baseada naquilo que o ouvinte entende como qualidade vocal “normal”. A qualidade vocal dita “normal” é uma extensão audível, com muitos parâmetros acústicos, capaz de satisfazer as funções paralinguísticas e linguísticas do emissor (Mathieson, 2000). Por outras palavras, a qualidade vocal é a

característica auditiva individual de uma sequência de fala que permite cumprir as funções determinadas pelo falante ao conter: aspetos paralinguísticos ou prosódicos (definida como as componentes melódicas da fala – velocidade, ritmo e entoação) e aspetos linguísticos (relativos ao conteúdo, à forma e ao uso de regras gramaticais). Mathieson (2000) acrescenta, ainda, que a qualidade vocal não se deve deteriorar com o uso nem deve haver desconforto ou dor associados à fonação.

Neste sentido, o conceito de normalidade aplicado à voz humana é subjetivo. Johnson, Brown, Curtis, Edney e Keaster (1965) descreveram padrões gerais de normalidade vocal: a qualidade vocal deve ser agradável, com uma certa qualidade musical, ausência de ruído ou atonalidade; a frequência deve ser adequada, sendo apropriada ao sexo e à idade do emissor; a intensidade também deve ser adequada, isto é, não deve ser tão fraca ao ponto de ser inaudível em condições de fala ordinal e não sendo tão forte que chame atenção indesejada sobre ela; a flexibilidade deve ser apropriada, ou seja, fazendo uso de variações de frequência e de intensidade que auxiliem na ênfase, no significado e nas sutilezas que expressam sentimentos.

A terminologia Avaliação Perceptiva foi recomendada pelo Comité de Voz da *International Association of Logopedics and Phoniatrics* (IALP), dizendo respeito à avaliação subjetiva da qualidade vocal de determinado indivíduo (Bless & Baken, 1992). Fex (1992) define-a como uma comparação realizada pelo ouvinte entre o número de qualidades que consegue ouvir na voz do emissor e aquelas que para si deverão ser consideradas normais.

Para Teles e Rosinha (2008), este tipo de avaliação tem um carácter impressionista quanto à qualidade vocal do indivíduo. A não existência de uma definição universal para qualidade vocal normal influencia a forma como os diferentes avaliadores julgam a voz, com base em critérios estruturais, funcionais, fatores estéticos, linguísticos ou outros (Fex, 1992). Embora a voz possa ser avaliada de uma forma objetiva, tal como será tratado adiante, a soberania da avaliação perceptiva mantém-se. Perceptivamente, existem várias escalas de avaliação da voz, umas focadas na fonte glótica, outras avaliando essencialmente a modelação desse sinal, ao nível dos filtros.

1.1.4. Avaliação da produção

As características anatómicas do trato vocal do falante determinam a gama de efeitos espectrais que o falante pode, potencialmente, controlar acusticamente: na frequência dos formantes, na gama de amplitudes, e na distribuição de ruído aperiódico no espectro) (Laver & Trudgill, 1979). A dimensão, a massa das pregas vocais e o volume respiratório influenciam a gama de *pitch* e *loudness* na medida em que impõem limites à gama de F0 e de amplitude possivelmente produzidas pelo falante (Laver & Trudgill, 1979).

A dinâmica vocal envolve variações que estão associadas ao mecanismo de funcionamento vocal denominadas de parâmetros de perturbação. Essas variações são menores nos falantes normais e maiores nos falantes com disфония. A F0 pode variar de ciclo a ciclo durante a emissão sustentada. O comprimento e a amplitude dos ciclos vibratórios revelam pequenas variações nas suas formas, frequência e amplitude e, nesse sentido, deve falar-se em ondas quase periódicas e não periódicas. Essa quase periodicidade dependerá do falante, ou seja, das suas características neurolaringológicas (Behlau et al., 2001). A perturbação de F0 ou *jitter* diz respeito a irregularidades associadas ao padrão de vibração das pregas vocais a curto-prazo, medida entre ciclos glóticos vizinhos. A variabilidade associada ao *jitter* é consequente das características biomecânicas das pregas vocais e das variações do controlo neuromuscular (Colton et al., 2010). Assim, os valores da variação de F0 em falantes normais podem resultar de uma pequena variação na massa ou na tensão das pregas vocais, na distribuição do muco sobre as pregas vocais e/ou na atividade muscular ou neural envolvida. Contudo, perante uma patologia vocal, verifica-se um aumento da aperiodicidade, refletida no aumento dos valores de *jitter* (a magnitude do valor deste parâmetro acústico reflete a extensão da alteração encontrada) (Behlau et al., 2001). Por seu turno, a variabilidade de amplitude da onda sonora a curto termo, ou *shimmer*, representa irregularidades na amplitude dos ciclos glóticos, de ciclo a ciclo. Essas irregularidades mínimas acontecem na voz associadas ao controlo da saída de ar e à intensidade da emissão, por mais estável e sustentada que seja a vogal produzida. Assim, o valor deste parâmetro tende a ser mais elevado em falantes disfônicos mas também em vozes mais graves e de baixa intensidade (Behlau et al., 2001; Colton et al., 2010).

Considerando estes aspetos, a análise acústica ou análise espectral é fundamental na caracterização da influência extralinguística na produção vocal de um determinado falante. A avaliação acústica visa quantificar e caracterizar o sinal sonoro (Teles & Rosinha, 2008). É especialmente importante, pois assume-se como um instrumento não invasivo e tem a capacidade de fornecer dados quantitativos (Eadie & Doyle, 2005; Parsa & Jamieson, 2001).

Vários parâmetros acústicos têm sido utilizados na prática clínica para a avaliação da função vocal. Os parâmetros considerados no âmbito deste estudo (Capítulos 2 e 4) são os apresentados seguidamente e caracterizados na Tabela 2. As medidas da dinâmica vocal são: F0, desvio padrão da frequência fundamental (DP F0), primeiro, segundo, terceiro e quarto formantes (F1, F2, F3, F4) e intensidade do sinal acústico. As medidas de perturbação vocal são: *jitter* e *shimmer*. Por fim, a única medida de ruído espectral considerada é o índice *harmonic-to-noise ratio* (HNR).

Tabela 2. Caracterização de cada um dos parâmetros considerados na avaliação de produção.

Parâmetro	Caracterização
Medidas da dinâmica vocal	<p>F0:</p> <ul style="list-style-type: none"> É um parâmetro físico resultante da vibração das pregas vocais por unidade de tempo (Guimarães, 2007), sendo dependente de: Idade e sexo, sendo mais elevada nas mulheres, comparativamente aos homens, existindo uma diminuição do nível médio de F0 ao longo da vida e novamente um aumento no início da velhice, para ambos os sexos (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães & Abberton, 2005; Russel, Penny & Pemberton, 1995; Sussman & Sapienza, 1994). Comportamento vocal, ou seja, existe uma correlação entre F0 e a posição da língua na realização de segmentos vocálicos, sendo que a F0 é mais elevada para as vogais mais altas, como [i] e [u], do que para as vogais mais baixas, como [a]. Geralmente F0 da vogal [u] é ligeiramente mais elevada do que da vogal [i] (Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães & Abberton, 2005; Russel et al., 1995). Perturbação vocal/disfonia (Guimarães & Abberton, 2005; Klingholtz, 1990; Murry, Brown & Morris, 1995).
	<p>DP F0:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representa a variabilidade de F0, sendo natural uma certa variabilidade na fala normal; Situações de stresse emocional podem indicar maior variabilidade de F0 ou, excepcionalmente, menor variabilidade (Behlau et al., 2001).
	<p>F1, F2, F3 e F4:</p> <ul style="list-style-type: none"> Representam as frequências naturais de ressonância do trato vocal, na posição articulatória específica da vogal falada, A descida da laringe nos homens resulta em formantes mais baixos e em menor dispersão (Fitch & Giedd, 1999), Há evidências que associam a dimensão corporal (peso e estatura), o tamanho do trato vocal e os formantes, em homens e mulheres (Fitch & Giedd, 1999).
	<p>Intensidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relaciona-se diretamente com a pressão subglótica, com a resistência das pregas vocais à pressão e com a configuração do trato vocal (Guimarães, 2007).
	<p>Jitter:</p> <ul style="list-style-type: none"> Indica a variabilidade da F0 a curto prazo, medida entre ciclos glóticos vizinhos (Behlau et al., 2001); É aceitável um pequeno grau de variabilidade não voluntária na F0, associada a fatores neurológicos, emocionais e biomecânicos (Brockman, Drinnan, Storck & Carding, 2011; Guimarães, 2007), nomeadamente: Acoplamento da região glótica e supraglótica, afetando a dinâmica da pressão acústica; distribuição do muco durante a vibração; composição e assimetria da prega vocal; falha na manutenção da contração da musculatura vocal; A sua magnitude reflete a extensão da alteração encontrada (Behlau et al., 2001).
Medidas de perturbação	<p>Shimmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> Quantifica as alterações mínimas de amplitude do sinal (Guimarães, 2007); Geralmente é mais elevado nas alterações laríngeas (Behlau et al., 2001); Apresenta valores mais elevados nas frequências graves e de baixa intensidade (Behlau et al., 2001).
Medidas de ruído espectral	<p>HNR:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relaciona a componente harmónica <i>versus</i> a componente de ruído da onda acústica (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007); Uma voz saudável caracteriza-se por uma relação HNR elevada (Guimarães, 2007); Importante na análise da qualidade vocal, nomeadamente: rugosidade e soproidade (Wolfe & Martin, 1997).

Notas. F0 = frequência fundamental; DP F0 = desvio padrão da frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; HNR = harmonic-to-noise ratio.

No âmbito da avaliação da produção devem ser realizadas considerações quanto ao material vocal alvo de análise. Uma breve consulta de estudos de investigação nesta área (apresentados seguidamente) permite verificar que as vogais sustentadas e a fala encadeada são comportamentos vocais analisados frequentemente, quer na análise acústica, quer na análise áudio-percetiva.

Quanto a tarefas de sustentação vocal, têm sido analisados os seguintes segmentos:

- [a] foi considerado em Awan e Roy (2005), Brinca, Batista, Tavares, Gonçalves e Moreno (2013), Brockman, Drinnan, Storck e Carding (2011), Dehqan e Scherer (2013), Dogan, Eryuksel, Kocak, Celikel e Sehitoglu (2007), Guimarães e Abberton (2005), Hakkesteegt, Brocaar, Wieringa e Feenstra (2008), Lopez et al. (2013), Ortega, Cassinello, Dorcaratto e Leopaldi (2009), Parsa e Jamieson (2001) e em Teles e Rosinha (2008);
- [a:] fez parte dos procedimentos de Bele (2005), Pribuisiene, Uloza, Kupcinskas e Jonaitis (2006) e em Wuyts, De Bodt e Van de Heyning (1999);
- [ɐ] foi considerado por Vaz Freitas, Pestana, Almeida e Ferreira (2013) bem como por Yu, Ouaknine, Revis e Giovanni (2001);
- [ɛ] fez parte do *corpora* de Lopes, Lima, Almeida, Cavalcante e Almeida (2012);
- [i] foi analisado por Brockman et al. (2011), Guimarães e Abberton (2005) e por Wolfe e Martin (1997);
- [o] foi analisado por Brockman et al. (2011);
- [u] foi considerado em Guimarães e Abberton (2005) e em Wolfe e Martin (1997).

Quanto à fala encadeada, as tarefas adotadas em procedimentos de diversos estudos são:

- Leitura (Bele, 2005; Brinca et al., 2013; Dogan et al., 2007; Eadie & Doyle, 2005; Guimarães & Abberton, 2005; Parsa & Jamieson, 2001; Pribuisiene et al., 2006; Schaeffer & Sidavi, 2010; Wuyts et al., 1999; Zraick, Wendel, & Smith-Olinde, 2005);
- Contagem (Bhuta, Patrick, & Garnett, 2004; Lopes et al., 2012; Lopez et al., 2013);
- Conversação acerca dos próprios falantes que fizeram parte da amostra (Lopez et al., 2013), sobre uma imagem (Zraick et al., 2005) ou não especificado (Guimarães & Abberton, 2005; Schaeffer & Sidavi, 2010).

A análise acústica com base em vogais sustentadas tem algumas vantagens: o contexto de aquisição é mais controlado, facilitando a perceção e a (con)fiabilidade da sua análise (Parsa & Jamieson, 2001; Santos, 2009) e representa uma condição relativamente estável do sistema de fonação (Guimarães & Abberton, 2005). Por outro lado, a dinâmica de funcionamento dos músculos laríngeos é mais complexa e dinâmica na produção de fala (encadeada) em comparação com a produção sustentada de vogais (Santos, 2009). A avaliação do comportamento vocal na leitura e na conversação é, neste sentido, fundamental. Segundo

Guimarães e Abberton (2005), a adoção de tarefas de leitura é importante, porque permite a obtenção de *corpora* com o mesmo conteúdo linguístico, permitindo ainda a comparação entre estudos. As tarefas de conversação garantem uma maior representatividade das características vocais (*pitch* habitual) em contexto de fala espontânea (Guimarães & Abberton, 2005).

1.1.5. Avaliação da percepção

Para Laver e Trudgill (1979), na fala, as características auditivas são de dois níveis: dinâmicas e de qualidade. As características auditivas de qualidade têm um correlato espectral. São caracterizadas por medidas de frequência (formantes), de amplitude e pelas medidas de frequência e amplitude do ruído aperiódico no espectro. Por sua vez, as características auditivas da dinâmica incluem o *pitch* como o correlato da F0, o *loudness* como o correlato da intensidade e o tempo como o correlato da duração. No entanto, Laver e Trudgill (1979) referem que nem sempre a atribuição de um determinado valor relativo à realização acústica das características auditivas dinâmicas é válida, como é o caso de *jitter* e de *shimmer* que fornecem indicadores de qualidade.

Entre as escalas conhecidas para avaliação perceptiva da qualidade vocal, umas usam um sistema descritivo, o qual permite ao ouvinte analisar e descrever vozes normais e patológicas atendendo a características laríngeas (fonte) e supralaríngeas (filtro) (por exemplo, o *Vocal Profile Analysis – VPA*, de Laver, 1980). Outras escalas focam-se apenas no nível laríngeo, como a escala GRBAS (de Hirano, 1981) e a *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice – CAPE-V* (da *American Speech-Language-Hearing Association*, 2002). Há, ainda, outras que incluem aspetos gerais relacionados com o comportamento vocal como, por exemplo, o protocolo de avaliação *Voice Assessment Protocol – VAP* (de Pindzola, 1987) e o *Voicing Evaluation Scheme* (de Buekers, 1998).

A escala GRBAS foi desenvolvida pela Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria (Hirano, 1981). GRBAS é a escala de avaliação perceptiva mais conhecida e usada em todo o mundo para fins clínicos e de investigação (Bhuta et al., 2004). O acrónimo GRBAS é composto pelos grafemas iniciais dos vários parâmetros avaliados: G, *Grade* ou grau de rouquidão da alteração vocal; R, *Roughness* ou rugosidade; B, *Breathiness* ou sopro; A, *Asthenia* ou astenia; S, *Strain* ou tensão (Hirano, 1981). Esta escala avalia a fonte glótica durante a produção vocal. De um modo mais explícito, cada um dos parâmetros está definido na Tabela 3, de acordo com Hirano (1981) e com Behlau et al. (2001). Estes parâmetros são classificados numa escala ordinal de severidade, com valores que podem variar de 0 a 3: 0 = normal ou ausência de perturbação; 1 = alteração ligeira ou em caso de dúvida da existência de alterações; 2 = alteração moderada; 3 = alteração severa (Hirano, 1981). Foi posteriormente modificada

para incluir mais um parâmetro avaliativo, instabilidade, que se relaciona com flutuações na F0 e/ou na qualidade vocal., passando-se a denominar GIBAS (Glamuglia, Tavares, Rodrigues, & Martins, 2014; Piccirillo, Painter, Haiduk, Fuller, & Fredrickson, 1998; Teles & Rosinha, 2008).

Tabela 3. Caracterização dos parâmetros considerados na escala GRBAS.

Parâmetro	Caracterização
G	Grau de rouquidão na voz alterada: Representa a impressão global da voz, o impacto da voz no ouvinte, a percepção global do envelope do espectro, da fonte e dos filtros; identifica o grau da alteração vocal como um todo.
R	Rugosidade: Associa-se a irregularidade na vibração das pregas vocais, indicando flutuações irregulares na F0 e na amplitude da fonte glótica; indica a sensação de rugosidade na emissão.
B	Soprosidade: Diz respeito à percepção de turbulência audível, a escape de ar na glote ou à sensação de ar na voz.
A	Astenia: Relaciona-se com fraqueza vocal, perda de potência, energia vocal reduzida e harmônicos pouco definidos.
S	Tensão ou Esforço: Representa a impressão de estado hiperfuncional na fonação, frequência aguda, ruído nas frequências altas do espectro e harmônicos agudos marcados.

Nota. Caracterização segundo Hirano (1981) e Behlau et al. (2001).

Como referido anteriormente, são normalmente atribuídas algumas vantagens a esta forma de avaliação, as quais relativas a questões de conveniência, de economia e de robustez. Porém, alguns aspetos ou erros, tais como a pobre compreensão de parâmetros avaliativos, o uso inconsistente dos descritores, aspetos associados à competência e segurança para o ouvinte discriminar pequenos parâmetros perceptivos de estímulos complexos, são assumidos como desvantagens. Os ouvintes têm dificuldade em concordar acerca da qualidade vocal e sobre o grau em que cada dimensão analisada está presente em determinada voz (Bele, 2005; Eadie & Doyle, 2005; Vaz Freitas et al., 2013; Wuyts et al., 1999; Zraick et al., 2005).

Apesar de se reconhecer a existência de várias escalas de avaliação áudio-percetiva, no âmbito desta tese a escala GRBAS serviu como referência à classificação dos falantes como normais ou disfónicos, conforme explorado no próximo Capítulo e nos estudos apresentados nos Capítulos 4 e 6.

1.1.6. Caracterização da qualidade vocal da população humana adulta

A existência de valores de referência para caracterizar a qualidade vocal é útil para distinguir voz normal e patológica, permitir a avaliação da voz e a sua monitorização do ponto de vista clínico e/ou profissional, distinguir o grau de subjetividade da análise perceptiva e determinar a sua correlação com os dados quantitativos (Guimarães & Abberton, 2005; Guimarães, 2007). Os valores seguidamente apresentados dizem respeito à avaliação acústica e

correspondem a valores médios para amostras específicas, devendo ser interpretados como dados relativos e não absolutos.

Segundo Guimarães e Abberton (2005), a F0 está associada a fatores como a idade, o sexo, diversos comportamentos vocais (vogais sustentadas, leitura e conversação), a diferentes línguas, a diferentes fatores comportamentais ou hábitos (por exemplo hábitos etílicos e tabágicos), a diversos métodos de recolha e análise de dados (por exemplo, acústica e electrolaringografia) e a diversas medidas de F0 (tais como, média, moda, *range* ou gama de frequências) (Guimarães & Abberton, 2003). Nesse sentido, a comparação entre estudos é problemática.

A Tabela 4 apresenta os resultados de alguns estudos conduzidos noutras línguas. Os dados relativos ao PE encontram-se especificados na próxima secção. Como se pode verificar, os valores de F0 da vogal [a] situam-se sensivelmente entre os 190 e os 250 Hz, para o sexo feminino, e entre os 111 e os 170 Hz para o sexo masculino. No caso das vogais [i] e [u], estes valores aumentam para ambos os sexos pois são vogais altas em detrimento da vogal [a] que é baixa, ou seja, F0 varia com a postura da língua devido à ligação desta estrutura com a estrutura laríngea (Escudero, Boersma, Rauber & Bion, 2009). Durante a produção de [i] e de [u] verifica-se elevação do dorso da mandíbula e da língua com consequente alteração na posição do osso hióide, posicionamento mais elevado da laringe, devido sobretudo à contração dos músculos suprahióideus, e alteração na tensão das pregas vocais. Contrariamente, na vogal [a] a mandíbula e a língua encontram-se mais baixas e, consequentemente, tanto o osso hióide como a laringe assumem uma posição mais baixa no pescoço, devido à acção dos músculos infrahióideus, diminuindo a tensão das pregas vocais (Guimarães, 2008; Sussman & Sapienza, 1994). Além disso, as vogais recuadas parecem ter F0 mais elevado que as vogais anteriores na Língua Inglesa mas também no caso do PE como poderá ser visível na próxima secção (Escudero et al., 2009).

Por sua vez, a leitura oral e a conversação manifestam maior variabilidade de F0 no sexo feminino, tal como se pode verificar na Tabela 4.

Tabela 4. Valores mínimos e máximos e/ou médias e desvios padrão relativos ao parâmetro F0 (em Hz), considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica/ Ocupação	N	Idade (Min–Max ou $M \pm DP$)	Sexo	Vogal [i] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [e] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [ɛ] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [a] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [ɔ] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [o] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Vogal [u] (Min–Max ou $M \pm DP$)	Leitura (Min–Max ou $M \pm DP$)	Conversação (Min–Max ou $M \pm DP$)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	Não espec.	18–52	Fem.	206–262	-	-	199–215	-	-	205–253	180–242	187–210	Baken e Orlikoff (2000) ^a , Pegaroo Krook (1988) ^b , Russel et al. (1995) ^c citados por Guimarães e Abberton (2005)
	Não espec.	17–49	Masc.	122–175	-	-	111–125	-	-	123–129	106–129	109–123	
Sem disfonia	27	36,27± 10,18	Fem.	-	-	-	239,6 ±34,0	-	-	-	-	-	Dogan et al. (2007) ^d
	13		Masc.	-	-	-	152,7 ±23,3	-	-	-	-	-	
Não espec.	10	23,2±4,3	Fem.	242	219	210	209	211	225	252			Escudero et al. (2009) ^e
	10	22,5±4,7	Masc.	137	131	124	122	122	132	140			
Sem disfonia	28	28,8	Fem.	230 225–234	-	-	214 209–218	-	215 211–220	-	-	-	Brockman et al. (2011) ^f
	29	28,11	Masc.	143 139–148	-	-	127 123–132	-	129 124–133	-	-	-	
Sem disfonia	15	35–40	Fem.	-	-	-	236,32 ±15,43	-	-	-	-	-	Dehqan e Scherer (2013) ^g
	15		Masc.	-	-	-	148,13 ±12,32	-	-	-	-	-	
Professor	15	35–40	Fem.	-	-	-	190,27 ±22,07	-	-	-	-	-	
	15		Masc.	-	-	-	144,27 ±14,31	-	-	-	-	-	

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; M = média; DP = desvio padrão; Não espec. = não especificado; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

^a Inglês Americano; ^b Sueco; ^c Inglês Australiano; ^d Turco; ^e Português Brasileiro; ^f Alemão-Suíço ou Suíço; ^g Farsi.

Um outro parâmetro relacionado com a F0 é a sua variabilidade, calculado pelo seu índice – o DP F0. Segundo Colton et al. (2010), é esperada uma variabilidade normal entre os 2 Hz e os 4 Hz para vogais sustentadas. Por sua vez, Behlau et al. (2001) referem o valor de 2 Hz para indivíduos normais. Relativamente à fala encadeada, a variabilidade indica modulação de voz (Behlau et al., 2001).

Os formantes são muitas vezes considerados no estudo da qualidade vocal, embora correspondendo essencialmente à modulação do sinal sonoro no trato vocal. Na Tabela 5 apresentam-se valores médios dos formantes do Português Brasileiro do Estado de São Paulo, para a população adulta (Escudero et al., 2009; Monteiro, 1995; Teles & Rosinha, 2008). Como esperado, há variações relacionadas com o sexo e com a vogal produzida. Os primeiros três formantes distinguem a vogal produzida (Ladefoged & Johnson, 2011). F1 apresenta um valor mais alto para a vogal baixa [a], F2 aumenta sobretudo na vogal [i] mas também se verifica esse aumento nas vogais [e] e [ɛ], enquanto que F3 assume geralmente valores mais elevados nas vogais mais altas.

No que diz respeito às medidas de perturbação, nomeadamente para o *jitter*, Behlau et al. (2001) sugerem o valor limite de normalidade de 0,5%. Colton et al. (2010) referem, por sua vez, o valor de 1,0% para vogais sustentadas no registo modal. Na Tabela 6, apresentam-se os resultados de outros estudos em função do algoritmo de *jitter* considerado, do sexo e do comportamento vocal, cujos resultados tendem a não ultrapassar o valor de 0,5%.

Tabela 5. Valores médios dos formantes (em Hz) para falantes do Português Brasileiro, considerando o sexo e a vogal produzida.

Situação clínica	N	Idade	Sexo	Parâmetro	Vogal [i] (M)	Vogal [e] (M)	Vogal [ɛ] (M)	Vogal [a] (M)	Vogal [ɔ] (M)	Vogal [o] (M)	Vogal [u] (M)	Referência bibliográfica
Não espec.	20	Não espec.	Fem.	F1	369	450	640	925	721	505	429	Monteiro (1995) ^a
				F2	2269	1912	2062	1767	1321	1176	1436	
				F3	3179	2816	3046	3089	2900	2470	2812	
Não espec.	20	Não espec.	Masc.	F1	312	406	589	730	607	458	390	
				F2	1964	1944	1751	1273	1042	924	1423	
				F3	2669	2689	2477	2425	2470	2419	2746	
Sem disfonia	46	18–39	Fem.	F1	356,98	445,77	641,82	862,13	690,42	465,70	406,04	Teles e Rosinha (2008) ^a
				F2	2169,77	1794,75	1733,61	1512,28	1139,37	991,56	860,63	
				F3	2946,05	2615,48	2504,82	2280,15	2411,32	2460,42	2491,03	
Sem disfonia	47	40–60	Fem.	F1	357,05	441,97	594,33	787,79	628,06	459,07	400,78	
				F2	2097,78	1813,14	1793,61	1358,43	1060,47	959,85	934,37	
				F3	2890,86	2580,18	2518,04	2185,01	2359,29	2348,82	2389,33	
Não espec.	10	23,2±4,3	Fem.	F1	307	425	646	910	681	442	337	Escudero et al. (2009) ^a
				F2	2676	2468	2271	1627	1054	893	812	
				F3	3296	3074	2897	2625	2653	2627	2691	
Não espec.	10	22,5±4,7	Masc.	F1	285	357	518	683	532	372	310	
				F2	2198	2028	1831	1329	927	804	761	
				F3	2952	2719	2572	2324	2335	2380	2309	

Notas. N = número de indivíduos; M = média; Não especif. = Não especificado; Fem. = feminino; Masc. = masculino; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante.

^a Português Brasileiro.

Tabela 6. Valores médios, erros padrão e/ou mínimos e máximos de *jitter*, considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica/ Ocupação	Parâmetro	N	Idade (<i>M±DP</i> ou Min–Max)	Sexo	Vogal [i] (<i>M±DP</i> ou Min–Max)	Vogal [a] (<i>M±DP</i> ou <i>M±EP</i> ou Min–Max)	Vogal [o] (<i>M±DP</i> ou Min–Max)	Vogal [u] (<i>M±DP</i> ou Min–Max)	Referência bibliográfica
Sem Disfonia	<i>Jitter (%)</i>	54	36,9±11,5	Fem.	-	0,18±0,05	-	-	Pribuisiene et al. (2006) ^a
		36		Masc.	-	0,18±0,04	-	-	
Refluxo gastro-esofágico	<i>Jitter (%)</i>	68	40,1±12,9 (18–64)	Fem.	-	0,36±0,44	-	-	Dogan et al. (2007) ^b
		40		Masc.	-	0,25±0,13	-	-	
Sem disfonia	<i>Jitter (%)</i>	27	36,27 ± 10,18	Fem.	-	0,77±0,24	-	-	Maryn, Corthals, Bodt, Cauwenberge & Deliyski (2009) ^c
		13		Masc.	-	0,64±0,28	-	-	
Disfonia	<i>Absolute jitter (ou Jitter local absolute)</i>	45	Masc. 51,0	Ambos	-	43,48±5,25 ^g 10,38–213,61	-	-	
	<i>Jitter (%) (ou Jitter local)</i>	44	(13–74)	Ambos	-	0,62±0,05 ^g 0,17–1,91	-	-	
	<i>Relative average perturbation (ou Jitter rap)</i>	45	Fem. 36,0	Ambos	-	0,33±0,03 ^g 0,07–0,69	-	-	
	<i>Pitch perturbation quotient (ou Jitter ppq5)</i>	46	(14–71)	Ambos	-	0,37±0,03 ^g 0,11–1,23	-	-	
Sem disfonia	<i>Jitter (%)</i>	21	34,3±11,7 (16–65)	18 Fem.	-	0,70±0,18	-	-	Rodríguez-Parra, Adrián & Casado (2009) ^d
Disfonia		21	34,6±11,8 (15–63)	3 Masc.	-	1,99±1,53	-	-	
Sem disfonia	<i>Local jitter</i>	28	28,8	Fem.	0,32 0,29–0,35	0,37 0,33–0,40	0,32 0,29–0,35	-	Brockman et al. (2011) ^e
		29	28,11	Masc.	0,26 0,24–0,29	0,30 0,28–0,33	0,27 0,24–0,29	-	
Sem disfonia	<i>Local jitter</i>	15	35–40	Fem.	-	0,26±0,07 ^h	-	-	Dehqan e Scherer (2013) ^f
		15		Masc.	-		-	-	
Professor	<i>Local jitter</i>	15	35–40	Fem.	-	0,35±0,13 ^h	-	-	
		15		Masc.	-		-	-	

Notas. N = número de indivíduos; Min = mínimo; Máx = máximo; M = média; DP = desvio padrão; EP = erro padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

^a Lituano; ^b Turco; ^c Não especificado; ^d Castelhanos; ^e Alemão-Suíço ou Suíço; ^f Farsi; ^g Média e erro padrão; ^h Amostra sem distribuição normal.

Quanto à intensidade do sinal acústico, a literatura aponta para o valor médio de 70 dB em falantes sem patologia vocal (Baken & Orlikoff, 2000; Gelfer & Young, 1997). No caso de Rodríguez-Parra et al. (2009), valores médios de $64,76 \pm 4,84$ dB foram observados em indivíduos sem patologia vocal e valores médios de $65,00 \pm 15,48$ dB em indivíduos disfónicos.

Relativamente ao *shimmer*, o valor médio de 0,5% é referido por Colton et al. (2010) e de 3.0% por Behlau et al. (2001). A Tabela 7 apresenta resultados para outros estudos, considerando o algoritmo de shimmer utilizado, o sexo dos participantes e o comportamento vocal avaliado. A consulta bibliográfica indica que os parâmetros de perturbação (*jitter* e *shimmer*) são habitualmente avaliados nas vogais sustentadas (Behlau et al., 2001; Brockman et al., 2011; Colton et al., 2010; Dehqan & Scherer, 2013; Dogan et al., 2007; Guimarães, 2002; Maryn et al., 2009; Pribuisiene et al., 2006; Rodríguez-Parra et al., 2009).

Quanto às medidas de ruído espectral de referência (parâmetro HNR ou também conhecido por proporção harmónico-ruído) é referido, na literatura, que quanto mais elevada a frequência, maior a componente harmónica da onda acústica para falantes normais, sendo referidos os valores médios de 13,9 dB para as mulheres e 11,8 dB para os homens no registo modal (Grinblat, 1993). A Tabela 8 mostra resultados de outros autores, os quais especificam igualmente o sexo e o comportamento vocal avaliado. Valores abaixo de 7 dB são considerados como sendo patológicos (Behlau et al., 2001).

Tabela 7. Valores médios, desvios padrão ou erros padrão e/ou mínimos e máximos de *shimmer*, considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica/ Ocupação	Parâmetro	N	Idade ($M \pm DP$ ou Min–Max)	Sexo	Vogal [i] ($M \pm DP$ Min–Max)	Vogal [a] ($M \pm DP$ ou $M \pm EP$ ou Min–Max)	Vogal [o] ($M \pm DP$ Min–Max)	Vogal [u] ($M \pm DP$)	Leitura ($M \pm DP$ ou M)	Conversação ($M \pm DP$ ou M)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	<i>Shimmer (%)</i>	54	36,9±11,5 (18–65)	Fem.	-	1,47±0,44	-	-	-	-	Pribuisiene et al. (2006) ^a
		36		Masc.	-	1,57±0,59	-	-	-	-	
Refluxo gastro- esofágico	<i>Shimmer (%)</i>	68	40,1±12,9 (18–64)	Fem.	-	2,19±0,99	-	-	-	-	
		40		Masc.	-	2,39±1,31	-	-	-	-	
Sem disfonia	<i>Shimmer (%)</i>	27	36,27±10,18	Fem.	-	2,26±1,02	-	-	-	-	Dogan et al. (2007) ^b
		13		Masc.	-	2,38±1,04	-	-	-	-	
Sem disfonia	<i>Shimmer dB</i>	21	34,3±11,7 (16–65)	18 Fem.	-	0,20±0,06	-	-	-	-	Rodríguez- Parra et al. (2009) ^c
Disfonia		21		3 Masc.	-	0,31±0,27	-	-	-	-	
Disfonia	<i>Shimmer dB</i>	47	Masc. 51,0 (13–74) Fem.	Ambos	-	0,31±0,03 ^g 0,07–0,95	-	-	-	-	Maryn et al. (2009) ^d
		47		Ambos	-	3,69±0,37 ^g 0,85–10,79	-	-	-	-	
		46		Ambos	-	2,81±0,27 ^g 0,78–6,84	-	-	-	-	
Sem disfonia	<i>Shimmer dB</i>	28	28,8	Fem.	0,65 0,58–0,73	0,46 0,41–0,51	0,57 0,50–0,64				Brockman et al. (2011) ^e
		29	28,11	Masc.	0,44 0,39–0,49	0,31 0,27–0,35	0,38 0,34–0,43	-	-	-	
Sem disfonia	<i>Local shimmer</i>	15	35–40	Fem.	-	2,99±0,67 _h	-	-	-	-	Dehqan e Scherer (2013) ^f
		15		Masc.	-	-	-	-	-	-	
Professor	<i>Local shimmer</i>	15	35–40	Fem.	-	4,46±1,30 _h	-	-	-	-	
		15		Masc.	-	-	-	-	-	-	

Notas. N = número de indivíduos; Min = mínimo; Máx = máximo; M = média; DP = desvio padrão; EP = erros padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

^a Lituano; ^b Turco; ^c Castelhana; ^d Não especificado; ^e Alemão-Suíço ou Suíço; ^f Farsi; ^g Média e erro padrão; ^h Amostra sem distribuição normal.

Tabela 8. Valores de HNR, considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica/ Ocupação	Parâmetro	N	Idade ($M \pm DP$ ou Min–Max)	Sexo	Vogal [a] ($M \pm DP$)	Vogal [i] ($M \pm DP$)	Vogal [u] ($M \pm DP$)	Leitura ($M \pm DP$ ou M)	Conversação ($M \pm DP$ ou M)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	<i>HNR (dB)</i>	21	34,3 \pm 11,7 (16–65)	18 Fem. 3 Masc.	11,17 \pm 2,03	-	-	-	-	Rodríguez-Parra et al. (2009) ^a
Disfonia		21	34,6 \pm 11,8 (15–63)	18 Fem. 3 Masc.	7,48 \pm 5,03	-	-	-	-	
Sem disfonia	<i>HNR (dB)</i>	15	35–40	Fem.	22,27 \pm 2,01	-	-	-	-	Dehqan e Scherer (2013) ^b
		15		Masc.	22,33 \pm 2,70	-	-	-	-	
Professor	<i>HNR (dB)</i>	15	35–40	Fem.	20,05 \pm 2,31	-	-	-	-	
		15		Masc.	21,24 \pm 3,85	-	-	-	-	

Notas. N = número de indivíduos; Min = mínimo; Máx = máximo; M = média; DP = desvio padrão; HNR = harmonic-to-noise ratio; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

^a Castelhana; ^b Farsi.

A caracterização do sinal sonoro, do ponto de vista perceptivo, tem sido utilizada sobretudo para amostras de voz patológica. Teles e Rosinha (2008), pelo contrário, utilizaram a escala GIRBAS para avaliar 107 mulheres, sem queixas vocais e sem alterações laringológicas. A amostra foi agrupada em três grupos de acordo com a idade, todavia, na Tabela 9 só se referem os resultados para os dois primeiros grupos por serem aqueles que correspondem às idades estudadas na presente Tese (falantes adultos). Pode constatar-se que, apesar do nível 0 ser aquele que indica a não alteração da qualidade vocal e de o nível 1 ser aquele em que há dúvidas quanto há presença de alteração ou que a mesma é ligeira, um indivíduo sem patologia (falante normal) pode apresentar parâmetros de qualidade vocal diferentes de 0 e de 1.

Tabela 9. Caracterização áudio-perceptiva de dois grupos de falantes sem disfonia, considerando os parâmetros da escala GIRBAS.

Situação clínica	N	Idade (Min-Max)	Sexo	Nível	G	I	R	B	A	S	Referência bibliográfica
Sem disfonia	46	18-39	Fem.	0	13	23	32	41	0	35	Teles e Rosinha (2008) ^a
				1	29	21	9	3	0	9	
				2	1	2	0	2	0	2	
				3	0	0	0	0	0	0	
	47	40-60	Fem.	0	15	19	25	45	0	27	
				1	28	24	16	2	0	16	
				2	4	4	6	0	0	4	
				3	0	0	0	0	0	0	

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; Fem. = feminino; G = *grade* ou grau de alteração vocal; I = *instability* ou instabilidade; R = *roughness* ou rugosidade, B = *breathiness* ou soprosidade; A = *asthenia* ou astenia; S = *strain* ou tensão.

^a Português Brasileiro.

De seguida, apresentam-se os resultados de alguns estudos com indivíduos disfónicos, onde foi realizada uma avaliação perceptiva segundo a escala GRBAS (Tabela 10). Pode constatar-se que nem todos os parâmetros da escala são cotados, nos vários estudos, mas que os indivíduos disfónicos apresentam níveis mais elevados de cotação nesta escala, tal como seria de esperar.

Tabela 10. Caracterização áudio-percetiva da voz patológica segundo vários autores, considerando a escala GRBAS.

Situação clínica	N	Idade (M±DP ou Min–Max)	Sexo	Nível	G	R	B	A	S	Referência bibliográfica	
Disfonia crónica	78	18–76	Ambos	0	9	7	7	-	-	Speyer, Wieneke e Dejonckere (2004) ^a	
				1	0	6	3	-	-		
				2	43	37	45	-	-		
				3	21	23	18	-	-		
Nódulos vocais	20	24–47	Fem.	0	-	0	5	0	-	Zitta (2005) ^b	
				1	-	10	11	0	-		
				2	-	10	4	0	-		
				3	-	0	0	0	-		
Refluxo gastro-esofágico	68	40,1±12,9 18–64	Fem.	0	0	0	0	-	-	Pribuisiene et al. (2006) ^c	
				1	45	39	36	-	-		
				2	21	0	0	-	-		
				3	2	0	0	-	-		
	40		Masc.	0	0	0	0	-	-		
				1	21	25	0	-	-		
				2	12	0	0	-	-		
				3	7	0	0	-	-		
Quisto nas pregas vocais	13	35,6	Fem.	0	-	11	9	10	9	Vieira, Biase e Pontes (2006) ^b	
				1	-	1	2	3	4		
				2	-	1	2	0	0		
				3	-	0	0	0	0		
Disfonia	19	16–65	Ambos	0	0	0	7	5	6	Rodríguez-Parra et al. (2009) ^d	
				1	10	11	6	14	9		
				2	11	10	8	2	6		
				3	0	0	0	0	0		

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; Fem. = feminino; G = *grade* ou grau de alteração vocal; I = *instability* ou instabilidade; R = *roughness* ou rugosidade, B = *breathiness* ou sopro; A = *asthenia* ou astenia; S = *strain* ou tensão.

^a Língua Alemã; ^b Língua Portuguesa Brasileira; ^c Língua Lituano; ^d Língua Castelhana.

1.1.7. Caracterização da qualidade vocal para o Português Europeu

Considerando a especificidade do presente estudo, surgiu como essencial a caracterização da população portuguesa atendendo à sua produção de fala. Assim, seguidamente são apresentados valores de F0 para a população adulta sem e com patologia vocal, ou disfonia, os quais se podem consultar na Tabela 11. Comparativamente aos valores atrás mencionados para outras línguas, parece não haver diferenças para o PE. No caso dos falantes disfónicos, verifica-se globalmente que F0 diminui, tanto no sexo feminino como no sexo masculino, para todos os comportamentos vocais (Côrte, 2011; Gouveia, 2007; Guimarães, 2002; Guimarães & Abberton, 2005; Silvestre, 2009).

Tabela 11. Valores (Média \pm Desvio Padrão e/ou Média) de F0 para falantes do PE sem e com disfonia (em Hz), considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica	N	Idade ($M \pm DP$ ou Min–Max)	Sexo	Vogal [i] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [e] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [ɛ] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [a] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [ɔ] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [o] ($M \pm DP$ ou M)	Vogal [u] ($M \pm DP$ ou M)	Leitura ($M \pm DP$ ou M)	Conversação ($M \pm DP$ ou M)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	43	38,53 \pm 14,9	Fem.	220,96	-	-	210,51	-	-	225,06	190,33	186,61	Guimarães (2002)
	14	4	Masc.	127,58	-	-	118,35	-	-	122,99	109,59	109,21	
Sem disfonia	75,4%	19–64	Fem.	221,0 \pm 36,6	-	-	221,0 \pm 36,6	-	-	225,1 \pm 37,4	190,3 \pm 20,9	186,6 \pm 19,1	Guimarães e Abberton (2005)
	24,6%		Masc.	127,6 \pm 37,9	-	-	118,4 \pm 18,4	-	-	123,0 \pm 21,7	109,6 \pm 20,0	109,2 \pm 13,6	
	34	24–55	Fem.	179,04 \pm 22,56	-	-	167,91 \pm 25,05	-	-	192,62 \pm 24,94	185,74 \pm 19,67	-	Gouveia (2007)
Não espec.	10	19,8 \pm 1,5	Fem.	216	211	204	201	204	211	222	-	-	Escudero et al. (2009)
	10	18,7 \pm 0,8	Masc.	126	122	117	115	117	123	127	-	-	
Disfonia	39	44,06 \pm 12,3	Fem.	212,67	-	-	199,49	-	-	213,98	183,38	179,74	Guimarães (2002)
	13	1	Masc.	130,18	-	-	113,02	-	-	128,09	111,20	108,26	
Disfonia	75%	20–67	Fem.	212,7 \pm 41,3	-	-	199,5 \pm 36,8	-	-	214,0 \pm 44,2	183,4 \pm 35,4	179,7 \pm 36,1	Guimarães e Abberton (2005)
	25%		Masc.	130,2 \pm 45,2	-	-	113,0 \pm 37,2	-	-	128,1 \pm 45,8	111,2 \pm 36,5	108,3 \pm 27,7	
Disfonia	34	22–58	Fem.	191,71 \pm 31,35	-	-	173,50 \pm 33,56	-	-	198,81 \pm 25,70	189,61 \pm 31,63	-	Gouveia (2007)
Nódulos vocais	15	24–54	Fem.	-	-	-	-	-	-	-	208	212	Silvestre (2009)
Nódulos vocais	14	18–38	Fem.	212,04 \pm 34,76	-	-	192,59 \pm 40,31	-	-	211,40 \pm 43,00	201,18 \pm 43,06	202,43 \pm 37,33	Côrte (2011)

Notas. N = número de indivíduos; Não especif. = Não especificado; M = média; DP = desvio padrão; Min. = mínimo; Máx. = máximo; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

Tabela 12. Valores médios de DP F0 para falantes do PE sem e com disfonia (em Hz).

Situação clínica	N	Idade ($M \pm DP$)	Sexo	Vogal [a] (M)	Vogal [i] (M)	Vogal [u] (M)	Leitura (M)	Conversação (M)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	43	38,53 \pm 14,94	Fem.	5,6	3,6	3,6	0,12	0,12	Guimarães (2002)
	14		Masc.	1,0	1,6	7,0	0,09	0,12	
Disfonia	39	44,06 \pm 12,31	Fem.	4,8	4,9	4,9	0,09	0,11	
	13		Masc.	7,2	6,8	5,2	0,11	0,14	

Notas. N = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

Tabela 13. Valores médios dos formantes (em Hz) para falantes do PE, considerando o sexo e a vogal produzida.

Situação clínica	N	Idade	Sexo	Parâmetro	Vogal [i]	Vogal [e]	Vogal [ɛ]	Vogal [a]	Vogal [ɔ]	Vogal [o]	Vogal [u]	Referência bibliográfica
Não espec.	10	19,8 \pm 1,5	Fem.	F1	313	402	511	781	592	422	335	Escudero et al. (2009)
				F2	2760	2508	2360	1662	1118	921	862	
				F3	3283	3007	2943	2535	2729	2636	2458	
Não espec.	10	18,7 \pm 0,8	Masc.	F1	284	355	455	661	491	363	303	
				F2	2161	1987	1836	1365	934	843	814	
				F3	2774	2559	2475	2333	2414	2429	2315	

Notas. N = número de indivíduos; Não especif. = Não especificado; Fem. = feminino; Masc. = masculino; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante.

No que diz respeito ao parâmetro DP F0, mencionam-se os dados obtidos por Guimarães (2002) para falantes sem e com patologia vocal, tal como se pode consultar na Tabela 12. Tendo como termo comparativo os dados apresentados na secção anterior (Behlau et al., 2001; Colton et al., 2010), os resultados da Tabela 12 indicam maior variabilidade no caso das vogais sustentadas e menor variabilidade no caso da fala encadeada (leitura oral e conversação).

Por sua vez, a Tabela 13 apresenta resultados relativos aos três primeiros formantes obtidos para o PE (Escudero et al., 2009). Os valores dos formantes são mais elevados para o sexo feminino, comparativamente ao sexo masculino, e as vogais mais recuados indicam valores mais elevados de F1 comparativamente às vogais anteriores simetricamente correspondentes no triângulo fonético.

No caso do parâmetro *jitter*, a Tabela 14 expõe os resultados de trabalhos com falantes do PE sem e com disфония. Verifica-se que o valor de *jitter* aumenta na disфония, ultrapassando o valor 1% relativamente ao algoritmo *percentage jitter* (Guimarães, 2002) ou a rondar 0,5% no algoritmo *jitter ppq5* (Côrte 2011; Silvestre, 2009).

Quanto à intensidade do sinal acústico, Mendes e Castro (2005) apresentam o valor médio falado para adultos de 70 dB *Sound Pressure Level* (SPL) com uma variabilidade de 5,4 dB SPL, valores estes semelhantes aos resultados de estudos noutras línguas referidos na secção anterior. As mesmas autoras apresentam, para a extensão dinâmica, o valor mínimo de 50 dB e o valor máximo de 115 dB, apresentando os homens valores relativamente superiores às mulheres (Mendes & Castro, 2005).

No que diz respeito ao parâmetro *shimmer*, a Tabela 15 especifica resultados para estudos do PE. Tal como seria de esperar, constata-se valores mais elevados aquando a presença de disфония (Côrte, 2011; Silvestre, 2009), sendo estes valores mais elevados comparativamente aos valores apresentados para outras Línguas, apresentados na Tabela 7 (Rodríguez-Parra et al., 2009).

Tabela 14. Valores percentuais de *jitter* para falantes do PE sem e com disfonia, considerando o sexo e o comportamento vocal.

Situação clínica	Parâmetro	N	Idade ($M \pm DP$ ou Min-Max)	Sexo	Vogal [a] ($M \pm DP$)	Vogal [i] ($M \pm DP$)	Vogal [u] ($M \pm DP$)	Leitura ($M \pm DP$ ou M)	Conversação ($M \pm DP$ ou M)	Referência bibliográfica
Sem disfonia	<i>Percentage jitter</i>	43	40,12 \pm 15,13	Fem.	1,28 \pm 2,62	0,73 \pm 0,88	0,64 \pm 0,57	-	-	Guimarães (2002)
		14	33,64 \pm 13,69	Masc.	0,61 \pm 0,36	0,69 \pm 1,03	0,81 \pm 0,93	-	-	
Sem disfonia	<i>Percentage jitter</i>	34	24–55	Fem.	0,42 \pm 0,27	0,30 \pm 0,13	0,26 \pm 0,10	-	-	Gouveia (2007)
Disfonia	<i>Percentage jitter</i>	39	43,62 \pm 12,99	Fem.	1,48 \pm 1,54	1,76 \pm 2,48	1,49 \pm 3,29	-	-	Guimarães (2002)
		13	45,38 \pm 10,38	Masc.	1,06 \pm 0,83	2,00 \pm 2,46	1,31 \pm 1,52	-	-	
Nódulos vocais	<i>Jitter (ppq5)</i>	15	24–54	Fem.	-	-	-	0,42%	0,58%	Silvestre (2009)
Nódulos vocais	<i>Jitter (ppq5)</i>	14	18–38	Fem.	0,53 \pm 0,71	0,54 \pm 1,00	0,55 \pm 0,67	0,54 \pm 0,62	0,65 \pm 1,09	Côrte (2011)

Notas. N = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão; Min. = mínimo; Máx. = máximo; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

Tabela 15. Valores percentuais de *shimmer* para falantes do PE.

Situação clínica	Parâmetro	N	Idade (Min-Max)	Sexo	Vogal [a] ($M \pm DP$)	Vogal [i] ($M \pm DP$)	Vogal [u] ($M \pm DP$)	Leitura ($M \pm DP$ ou M)	Conversação ($M \pm DP$ ou M)	Referência bibliográfica
Nódulos vocais	<i>Shimmer (apq3)</i>	15	24–54	Fem.	-	-	-	3,8%	4,1%	Silvestre (2009)
Nódulos vocais	<i>Shimmer (apq3)</i>	14	18–38	Fem.	3,14 \pm 3,09	2,07 \pm 2,45	2,94 \pm 3,01	2,67 \pm 2,77	3,07 \pm 3,24	Côrte (2011)

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; M = média; DP = desvio padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

Tabela 16. Valores de HNR (em dB) para o PE, considerando o comportamento vocal.

Situação clínica	N	Idade (Min-Max)	Sexo	Vogal [a] ($M \pm DP$)	Vogal [i] ($M \pm DP$)	Vogal [u] ($M \pm DP$)	Leitura (M ou $M \pm DP$)	Conversação (M ou $M \pm DP$)	Referência bibliográfica
Nódulos vocais	15	24–54	Fem.	-	-	-	11,5	10,6	Silvestre (2009)
Nódulos vocais	14	18–38	Fem.	16,20 \pm 5,02	21,12 \pm 5,23	19,77 \pm 7,27	18,32 \pm 5,71	17,38 \pm 5,37	Côrte (2011)

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; M = média; DP = desvio padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

Quanto às medidas de ruído espectral, poucos estudos existem ainda para a população portuguesa que analisem estas medidas. Relativamente ao valor médio do índice harmónico/ruído, Mendes e Castro (2005) apresenta o valor de $11,9 \pm 2,32$ dB para a fonação sustentada, não tendo sido encontradas diferenças para homens e mulheres. Na Tabela 16 apresentam-se resultados para falantes disfónicos do PE.

No que diz respeito à avaliação perceptiva, apresenta-se seguidamente na Tabela 17 estudos com população adulta portuguesa onde foi aplicada a escala GRBAS. Estes dados são semelhantes aos apresentados anteriormente, na Tabela 10 (Pribuisiene et al. 2006; Rodríguez-Parra et al., 2009; Speyer et al., 2004; Vieira et al., 2006; Zitta, 2005), indicando uma grande variabilidade de qualidade vocal nos falantes considerados disfónicos.

Tabela 17. Caracterização áudio-perceptiva de falantes do PE, considerando a escala GRBAS.

Situação clínica	N	Idade (Min–Max)	Sexo	Nível	G	R	B	A	S	Referência bibliográfica
Disfonia	34	22–58	Fem.	0	3	7	8	18	21	Gouveia (2007)
				1	15	17	16	7	9	
				2	11	7	7	3	4	
				3	5	3	3	6	0	
Nódulos vocais	15	24–54	Fem.	0	0	0	0	13	0	Silvestre (2009)
				1	6	6	13	2	9	
				2	8	8	2	0	5	
				3	0	1	0	0	1	
Nódulos vocais	14	18–38	Fem.	0	0	0	5	13	6	Côrte (2011)
				1	9	10	6	1	6	
				2	4	3	3	0	2	
				3	1	1	0	0	0	

Notas. N = número de indivíduos; Min. = mínimo; Máx. = máximo; Fem = feminino; G = *grade* ou grau de alteração vocal; I = *instability* ou instabilidade; R = *roughness* ou rugosidade, B = *breathiness* ou soprosidade; A = *asthenia* ou astenia; S = *strain* ou tensão.

1.2. Composição corporal

As características dimensionais e proporcionais de um determinado indivíduo estão associadas aos tipos morfológicos, principalmente às medidas da cabeça e do tórax, que se relacionam com a dinâmica postural do indivíduo e consequentemente com as alterações posturais. As características de composição corporal também podem estar relacionadas com a qualidade vocal (Collins, 2000; Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha, Passerotti, Weber & Zilberstein, 2009; Da Cunha, Passerotti, Weber & Zilberstein, 2011; Evans, Neave & Wakelin, 2006; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013), embora até hoje não tenham sido claramente estudadas.

A composição corporal é o estudo das diferentes componentes químicas do corpo humano (Stewart, 2010). A sua avaliação permite a quantificação de grande variedade de componentes corporais e a quantificação das suas diferentes massas que devem ser somadas, correspondendo ao peso corporal total do indivíduo. As suas quantidades variam de indivíduo para indivíduo e conforme a sua idade, sexo e estado físico (Heymsfield, Wang, Baumgartner & Ross, 1997).

O estudo da composição corporal organiza-se em três áreas de investigação distintos, mas interligados: regras de composição corporal, metodologia de composição corporal e alterações de composição corporal. A primeira área estuda as proporções dos vários componentes e as suas associações no estado de equilíbrio entre cinco níveis existentes (atômico, molecular, celular, sistemas/tecidos e corpo inteiro). A segunda área centra-se nos métodos *in vivo* para a medição das várias componentes corporais. A terceira e última área estuda os vários fatores que influenciam as alterações na composição corporal, como o crescimento, o envelhecimento, a nutrição, a atividade física, a raça, o sexo e as várias doenças (Wang, Heymsfield & Pierson Jr., 1992; Wang, Wang & Heymsfield, 1999).

1.2.1. Regras de composição corporal

A divisão e quantificação das componentes corporais poderá ser feita por cinco modelos distintos: modelo atômico, molecular, celular, sistemas/tecidos e corpo inteiro (Wang et al., 1992) representado na Figura 1. Um conceito importante quando se considera este modelo de cinco níveis é que as componentes de níveis mais elevados de composição corporal são compostas por componentes de níveis inferiores (Heymsfield et al., 1997).

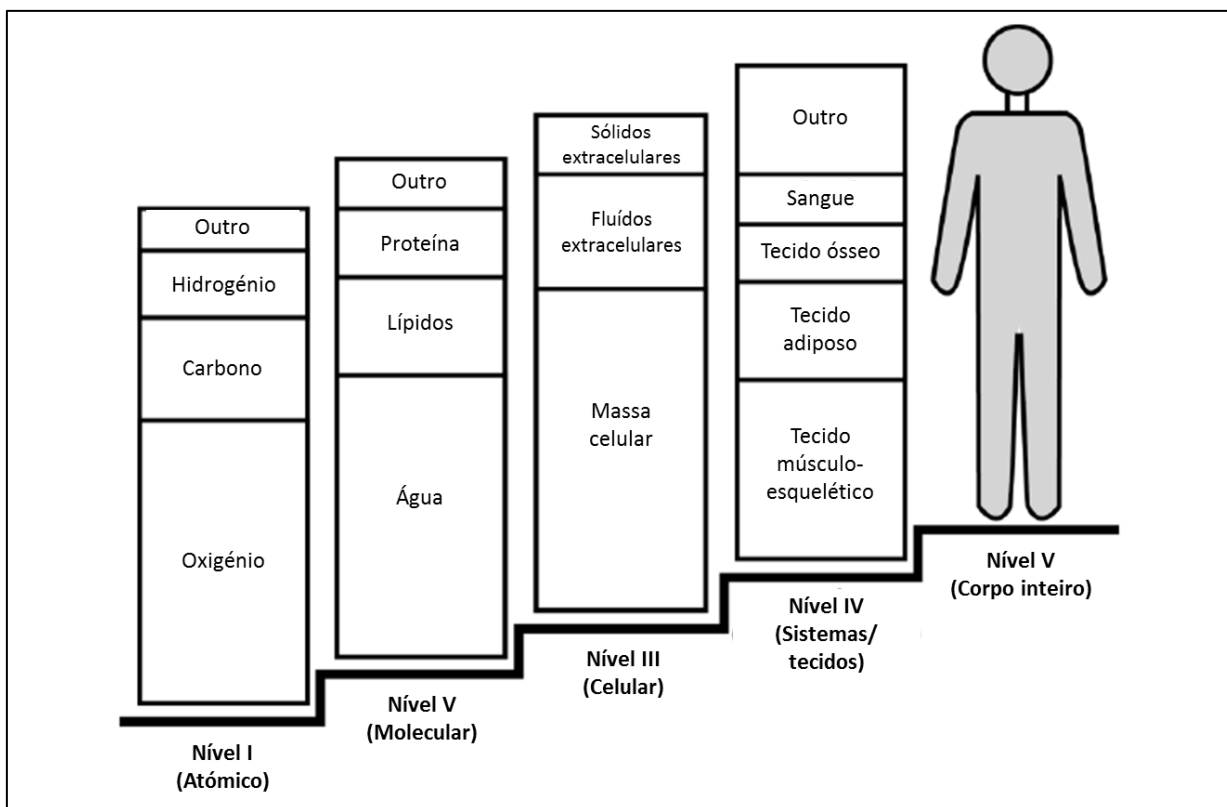


Figura 1. Os cinco níveis da composição corporal humana (Wang et al., 1992).

Outro conceito importante é a existência de uma composição corporal de estado estacionário, no qual existem associações quantitativas ao longo de um determinado intervalo de tempo entre as componentes do mesmo nível ou de nível diferente (Granados, Izquierdo, Ibanez, Ruesta, & Gorostiaga, 2008; Heymsfield et al., 1997).

Os 11 principais elementos descritos no nível atômico são incorporados em moléculas que formam mais do que 100.000 compostos químicos que podem ser encontradas no corpo humano (Wang et al., 1992). Seis desses elementos (oxigênio, carbono, hidrogênio, nitrogênio, cálcio e fósforo) representam mais de 98% da massa corporal (MC) (Snyder et al., 1984).

O nível de análise molecular da composição corporal é composto por cinco componentes principais: água, proteínas, carboidratos (glicogênio), minerais (ósseos e minerais dos tecidos moles) e lípidos e a sua representação no corpo humano está especificado na Tabela 18 (Brozek, Grande, Anderson & Keys, 1963; Santos, 2013). O composto químico mais abundante no corpo humano é a água, que compreende cerca de 60% da massa celular no homem de referência (Snyder et al., 1984). A água é distribuída pelo compartimento intracelular (34% da massa celular) e pelo compartimento extracelular (26% da massa celular).

Tabela 18. Valores assumidos como constantes relativos aos componentes e densidades (a 36°C) de gordura, MLG e MC.

Componente corporal	Densidade (g/cm ³)	MLG (%)	Corpo de referência (%)
Água	0,9937	73,8	62,4
Proteína	1,34	19,4	16,4
Mineral	3,038	6,8	5,9
Ósseo	2,982	5,6	4,8
Não-ósseo	3,317	1,2	1,1
MLG	1,100	100	84,7
MG	0,9007	-	15,3
Corpo de referência	1,064	-	100

Notas. MLG = massa livre de gordura; MG = massa gorda.

Adaptado de Brozek et al. (1963).

O nível celular de composição corporal (o terceiro nível) é o primeiro que inclui as células vivas, que são a base da fisiologia humana na saúde e na doença (Wang et al., 1992). O modelo tradicional de nível celular é composto por três componentes: massa celular, fluido extracelular e sólidos extracelulares (Wang et al., 1992, 1999).

O quarto nível de composição corporal corresponde ao sistema de tecidos do corpo humano os quais podem ser organizados em tecidos, órgãos e sistemas (Wang et al., 1992). Os tecidos contêm células que são similares na aparência, função e origem embrionária (Jacob, Francone & Lossow, 1978). Os principais componentes deste nível do sistema são: tecido adiposo, tecido músculo-esquelético, ossos, órgãos viscerais e cérebro (Heymsfield et al., 1997). No total, os tecidos adiposo, muscular e ósseo representam aproximadamente 75% da MC do homem de referência (Snyder et al., 1984).

Finalmente, o quinto nível de composição corporal – corpo inteiro, considera a dimensão corporal, a sua forma e as características físicas. Existem várias medidas corporais sugeridas sendo que as mais comuns são: estatura, MC, índice de massa corporal (IMC), comprimentos de segmento, diâmetros corporais, circunferências, pregas adiposas, área de superfície corporal, volume corporal ou densidade corporal (DC). Qualquer alteração no nível de análise corpo inteiro reflete-se nos outros quatro níveis. As componentes de nível corpo inteiro são frequentemente utilizados para estimar as componentes dos outros níveis de composição corporal (Shen, St-Onge, Wang & Heymsfield, 2005; Wang et al., 1992).

1.2.2. Avaliação da composição corporal

A investigação na área da composição corporal tem vindo a desenvolver-se rapidamente, fornecendo dados muito importantes acerca da biologia humana (Wang et al., 1992). O estudo das diferentes componentes químicas do corpo pressupõe a definição de normalidade e a existência de valores ditos normais. Frequentemente, esta análise faz-se

atendendo à comparação de valores individuais com os valores médios da população de referência.

Com esse intuito, Behnke propôs os modelos teóricos “o homem e a mulher de referência”, que permitem comparar a composição corporal de diferentes indivíduos ou grupos (Behnke & Wilmore, 1974). Não representam um padrão ideal mas sim uma forma de comparação estatística entre diferentes grupos ou indivíduos (McArdle, Katch & Katch, 2001). O homem de referência de Behnke é caracterizado por apresentar mais peso e mais estatura, ter um esqueleto mais pesado, possuir mais massa muscular e menos massa gorda (MG) comparativamente à mulher de referência (Behnke & Wilmore, 1974).

Apesar do padrão proposto por Behnke (1974) ser considerado o mais correto até ao momento, não diferencia a gordura de reserva da gordura essencial (Wilmore & Costill, 2001). A gordura essencial é definida como a gordura que é necessária para o perfeito funcionamento do organismo, acumulada na medula óssea, coração, pulmões, fígado, baço, rins, intestinos, músculos e tecidos ricos em lípidos localizados no SNC (McArdle et al., 2001). Nas mulheres, a gordura específica do sexo feminino, presente principalmente na região mamária e na região pélvica, faz parte integrante da gordura essencial (Behnke & Wilmore, 1974). O homem e a mulher de referência de Behnke (1974) apresentam uma gordura essencial de 3% e 12% (sendo 3% a gordura essencial e 9% a gordura específica) do peso corporal, respetivamente. Segundo McArdle et al. (2001), a gordura de reserva é a gordura acumulada no tecido adiposo subcutâneo, representando 15% do peso corporal das mulheres e 12% do peso corporal dos homens. A deposição de gordura no tecido adiposo visceral implica maiores riscos para a saúde, agravado pelo facto do tecido adiposo abdominal ser qualitativamente maior (Fragoso & Vieira, 2014). O facto de ser difícil a mensuração da gordura essencial e da gordura de reserva bem como a quantificação da proteína, do mineral ósseo e da água intra e extracelular, influencia a adoção do modelo de dois compartimentos na maioria das investigações realizadas (Heyward & Stolarczyk, 1996; Wilmore & Costill, 2001).

Vários têm sido os métodos de avaliação que permitem a análise corporal. Esses métodos podem ser agrupados em três níveis de análise: Nível I – Direto, Nível II – Indiretos, e Nível III – Duplamente Indiretos.

O método direto é um método *in vivo*, contemplando como técnicas de avaliação da composição corporal a dissecação de cadáveres (Clarys, Martin & Drinkwater, 1984). Mas foi em meados do século XX, com a chegada da química nuclear direta *in vivo*, que se tornou possível o estudo das componentes químicas do corpo humano vivo, sendo um método não-destrutivo e não invasivo (Wang et al., 1999).

Os métodos indiretos assentam na análise de medidas quantitativas das diferentes componentes corporais. A utilização destes métodos pressupõe a utilização de equipamentos laboratoriais sofisticados, o que implica exames morosos e de elevado custo. Apesar de serem fiáveis, são usados sobretudo na validação de outras técnicas ou em estudos de investigação que requeiram grande precisão. A este nível enquadram-se as seguintes técnicas: Físico-Químicos, Imagem, Densitometria, Pletismografia, Radiologia convencional, Pesagem hidrostática, Absorção de gases, Ultrassons, Deslocamento de volume de água, Diluição de isótopos, Tomografia computadorizada, Espectrometria de raios gama, Ressonância magnética, Espectrofotometria, Densitometria radiológica de dupla energia (DXA), Ativação de neutrões e Excreção de creatinina (Fragoso & Vieira, 2014).

Por sua vez, os métodos duplamente indiretos baseiam-se em equações de regressão que, tomando como padrão de referência os métodos indiretos, são validados com base num método indireto. Consequentemente, estes métodos não são tão fiáveis quanto os indiretos. Estes métodos englobam técnicas de avaliação como: a bioimpedância, a condutividade elétrica corporal total, a interatância de raios infravermelhos e a antropometria, sendo mais rápidos, económicos e de fácil aplicação comparativamente aos anteriores (Fragoso & Vieira, 2014; Santos, 2013).

De acordo com Wang, Heshka, Pierson e Heymsfield (1995), todos os métodos *in vivo* da composição corporal, especialmente o modelo de dois compartimentos, podem ser resumidas em:

$$C = f(Q)$$

Esta fórmula fundamental mostra que a quantificação de uma componente desconhecida (C) depende de duas partes distintas mas estreitamente interligadas, uma quantidade mensurável (Q) e uma função matemática (f) relacionando Q com C. A função matemática (f) pode ser referida como do tipo I ou do tipo II. Os métodos de tipo I têm em comum funções matemáticas derivadas de análises estatísticas, baseadas em observações experimentais. Os métodos de tipo II partilham funções matemáticas que são desenvolvidas com base em modelos bem estabelecidos dentro e entre indivíduos (Wang et al., 1995).

Relativamente ao nível de análise molecular de composição corporal, são várias as relações estáveis, reconhecidas e descritas na literatura, entre componentes de composição corporal. Essas associações são parte integrante da área metodológica relativa à composição corporal. As densidades das componentes moleculares, calculadas e assumidas como constantes, são a base dos modelos de -dois, -três e -quatro compartimentos moleculares (Cunningham, Heymsfield, LoMonte, Wang & Pierson Jr., 1991).

Tradicionalmente, a composição corporal pode ser estudada como a soma de dois compartimentos, onde a MC é igual à soma da MG e da massa livre de gordura (MLG). A MG inclui todos os lípidos extraíveis do tecido adiposo e dos outros tecidos, enquanto que a MLG consiste em todas as restantes substâncias químicas livres de gordura e tecidos orgânicos. Assim, o modelo de dois compartimentos assume os seguintes pressupostos: (a) qualquer corpo tem uma MG cuja densidade é constante; (b) os constituintes da MLG têm densidade e proporções fixas. Será possível, então, a obtenção de equações para a determinação da percentagem de gordura (%MG) a partir da DC (Brozek et al., 1963; Pace & Rathbun, 1945; Siri, 1961).

A quantidade relativa de gordura corporal (%MG) é a medida de composição corporal que mais vezes é avaliada devido, por um lado, ao facto de que a quantidade de gordura de um indivíduo ou população poder estar relacionada com a diminuição da qualidade de vida e com o aparecimento de certas doenças e, por outro lado, ao facto de existirem métodos e técnicas de avaliação da gordura relativamente fáceis de utilizar (Fragoso & Vieira, 2014).

O modelo clássico bi-comportamental da composição corporal, ou de dois compartimentos, considera as medidas de volume corporal (VC) para determinar a MG e a MLG (Behnke, Feen & Welham, 1942). A MC é equivalente à soma destas duas componentes (Heyward & Stolarczyk, 1996). Segundo este modelo, sabe-se que: (a) a DC é igual à razão entre a MC e o VC, ou seja, $DC = MC/VC$; (b) a MC é igual à soma da MG e da MLG, ou seja, $MC = MG + MLG$; e (c) o VC é a razão entre a massa e a densidade das suas componentes ($VC = \text{Massa}/d$).

Os modelos de Siri (1961) e de Brozek et al. (1963) representam as fórmulas mais simples e mais comuns de estimativa de gordura (Fragoso & Vieira, 2014; Silva, 2005; Santos, 2013). A fórmula de Siri, admite como constantes para a densidade da MLG e da MG os valores de $1,1 \text{ g/cm}^3$ e de $0,901 \text{ g/cm}^3$, respetivamente. Por sua vez, a fórmula de Brozek atribui às mesmas componentes o valor de $1,1033 \text{ g/cm}^3$ e o valor de $0,88876 \text{ g/cm}^3$, respetivamente. Estas duas fórmulas de conversão (da DC para o conteúdo percentual de gordura) produzem estimativas similares (variam entre: 0,5 e 1,0%; $1,0300$ a $1,0900 \text{ g/cm}^3$) (Brozek et al., 1963; Siri, 1961). Será de referir, ainda, que o modelo densitométrico de dois compartimentos dá origem a valores incorretos de %MG se a densidade global dos componentes MLG for diferente de $1,100 \text{ g/cm}^3$ (Withers, Laforgia, Heymsfield, Wang & Pillans, 1996).

Apesar da existência de vários modelos e técnicas de avaliação da composição corporal, o modelo de dois compartimentos foi o utilizado no presente trabalho. A maioria dos modelos de dois compartimentos parte das características antropométricas dos indivíduos. A seleção das técnicas de avaliação da composição corporal depende do propósito para o qual os dados irão

ser utilizados e da disponibilidade das técnicas a utilizar. Na presente Tese utilizou-se a antropometria e, neste sentido, é a técnica que se analisa seguidamente em detrimento das outras possíveis na avaliação de composição corporal.

A antropometria é um ramo das ciências biológicas que se baseia na mensuração sistemática e na análise quantitativa das variações dimensionais do corpo humano (Sobral, 1985). Engloba procedimentos e processos de aquisição de medições dimensionais anatómicas de superfície, tais como comprimentos, diâmetros, perímetros e pregas adiposas do corpo humano, realizado através de equipamento especializado (Stewart, 2010). Desta forma, podem ser definidos perfis antropométricos. Engloba a somatometria (estudo das medidas corporais), a cefalometria (avaliação das dimensões da cabeça), a osteometria (estudo dos osso do crânio), pelvimetria (avaliação das dimensões pélvicas) e odontometria (análise das dimensões dos dentes e das áreas dentárias) (Fragoso & Vieira, 2014).

A utilização da antropometria envolve um domínio rigoroso das técnicas pré-estabelecidas, dos instrumentos de medida usados, das medidas e dos pontos de referência antropométricos, no sentido de haver uma minimização do erro de observação envolvido nas suas utilizações (Jackson & Pollock, 1985; Lohman, Roche & Martorell, 1988; Stewart, Marfell-Jones, Olds & de Ridder, 2011). Para todas as medidas antropométricas, é importante certificar-se que os tecidos incluídos na área de medição estejam num estado normal, ou seja, músculos relaxados e pele normalmente hidratada. Padrões internacionais de avaliação antropométrica foram recentemente propostos pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) e são utilizados para avaliação antropométrica (Stewart et al., 2011).

As pregas adiposas são variáveis antropométricas centrais, permitindo aproximações à padronização do tecido adiposo (Edwards, 1951; Garn, 1955), o fracionamento dos tecidos em massas (Martin, Spenst, Drinkwater & Clarys, 1990), a distribuição de gordura (Clarys, Martin, Drinkwater & Marfell-Jones, 1987) e o estudo do somatótipo (Carter & Heath, 1990).

Existem mais de duas centenas de equações que convertem valores de pregas adiposas em DC e em MG, mas a sua utilização depende de cinco pressupostos implícitos para converter a espessura de uma ou mais camadas comprimidas da pele e o tecido adiposo subcutâneo em MG total: (a) a compressibilidade constante da pele e da gordura subcutânea; (b) a constância da espessura da pele; (c) a constância da fração gorda do tecido adiposo; (d) a constância do padrão de tecido adiposo; e (e) a constância da relação entre gordura interna e externa (Marfell-Jones, 2001).

Atendendo à existência de várias equações antropométricas, à sua especificidade quanto às características de sexo, de idade, de etnia/raça da população que lhes deu origem, e à grande variabilidade de pregas adiposas tidas em consideração, a utilização do maior número de

equações (adequadas às características morfológicas do indivíduo) e o cálculo da sua média aritmética reveste-se de grande importância, para se minimizarem os erros associados à determinação da MG ou da DC. De igual forma, para além do valor de %MG também se deve considerar um intervalo de variação da gordura relativa ($\% \text{ MG} \pm 1 \text{ DP}$) (Fragoso & Vieira, 2014).

O IMC é outro procedimento de avaliação da composição corporal. Este procedimento baseia-se na relação entre o peso e a estatura corporal (razão entre a MC total e o quadrado da estatura) em que um valor elevado poderá ser representativo de excesso de peso devido a uma elevada quantidade de MG. Todavia, um valor elevado de IMC nem sempre representa um elevado peso corporal, constituído por excesso de gordura, já que esse peso corporal poderá ser devido a um elevado conteúdo de massa muscular, de massa óssea ou a diferentes tecidos isentos de gordura (McArdle et al., 2001).

Atendendo a um mesmo valor de IMC, as composições relativas de MG em relação à MLG parecem depender da idade, do sexo e da etnia/raça (Garn, 1986). Também se sabe que para um valor semelhante de IMC, a %MG é mais elevada nas mulheres do que nos homens (Gallagher et al., 1996). As alterações da composição corporal, com base nestes e noutros fatores, serão abordadas na próxima secção.

Nesta Tese, o fracionamento de MC (corpo inteiro) no modelo de dois compartimentos foi o modelo adotado na metodologia descrita nos Capítulos 2 e 3. Para tal, adotou-se a antropometria. A especificidade dos procedimentos desenvolvidos, considerando as particularidades da amostra populacional estudada, é descrita seguidamente, no capítulo 2, na secção 2.1.2.2. “Avaliação da composição corporal”.

1.2.3. Alterações na composição corporal

A análise da composição corporal com base nas suposições envolvidas na utilização dos modelos descritos anteriormente deve atender à variabilidade biológica do ser humano (Mazariegos et al., 1994; Silva, 2005; Santos, 2013; Wang et al., 1999). Fatores como o sexo, a idade, a raça, efeitos hormonais e a atividade física, por exemplo, devem ser considerados aquando da aplicação dos modelos de dois compartimentos, na medida em que podem alterar a composição corporal.

Alterações na composição corporal associadas com a idade verificam-se desde o momento da concepção, terminando apenas com a morte e subsequente decomposição de um organismo. No entanto, é geralmente considerada uma divisão em três fases: crescimento e desenvolvimento, maturidade e senescência (Baumgartner, 2000, 2005).

Por sua vez, a composição corporal é influenciada por diferenças biológicas entre sexos, assim como os processos que afetam a composição corporal, tais como o crescimento e a maturação, o tempo e o ritmo do pico de crescimento no adolescente, a maturação sexual, as proporções do corpo. As diferenças sexuais na composição corporal são insignificantes na infância. Essas diferenças entre os sexos são estabelecidas durante a adolescência e maturação sexual, quando os indivíduos de sexo masculino desenvolvem mais MC magra, especialmente da massa óssea e muscular esquelética (Malina, 2005).

Também deve ser reconhecida a heterogeneidade genética e cultural de grupos raciais e étnicos. Variações nos hábitos culturalmente determinadas, nos padrões de comportamento relacionados com a dieta, a atividade física ou outros aspetos relativos ao estilo de vida têm implicações na composição corporal (Malina, 2005).

1.2.4. Somatótipo

A caracterização morfológica de um indivíduo ou grupo de indivíduos poderá ser enquadrada num sistema classificativo que facilita a comparação entre grupos – o somatótipo (Carter & Heath, 1990). Este sistema foi inicialmente proposto por Sheldon, Stevens e Tucker, em 1940, mas foi progressivamente alterado pelos investigadores Carter e Heath (Carter & Heath, 1990). Atendendo às suas características morfológicas, um determinado indivíduo pode ser classificado através da combinação de três tipos morfológicos fundamentais: endo, meso e ectomorfo, através de medidas antropométricas. Cada um destes tipos tem características peculiares. O indivíduo predominantemente endomorfo é volumoso, caracterizado pela sua capacidade de acumulação de gordura, apresentando predomínio das formas arredondadas e grande concentração de massa na cintura pélvica (um grande volume dos órgãos digestivos e do tecido adiposo na cintura pélvica). O endomorfo é denominado desta forma uma vez que o sistema digestivo tem origem embriológica no folheto germinativo endodérmico. Por sua vez, o mesomorfo apresenta robustez física, com músculos abdominais definidos e cintura pélvica estreita, sendo visíveis os relevos musculares e as projeções ósseas. A sua denominação deve-se ao folheto germinativo mesodérmico que dá origem aos ossos, músculos, tecido conjuntivo e vasos sanguíneos, predominantes neste morfotipo. Por último, o indivíduo predominantemente ectomorfo é caracterizado pela sua linearidade e fragilidade, pela predominância de medidas de comprimento em detrimento de diâmetros e perímetros, apresentando um desenvolvimento muscular e acumulação de gordura mínimos. Neste caso, o folheto germinativo ectodérmico dá origem ao desenvolvimento da pele e do sistema nervoso, predominantes neste morfotipo (Vieira & Fragoso, 2006).

A classificação do indivíduo através da combinação de uma série de três dígitos (ou o predomínio de um em relação aos outros) permite uma fácil compreensão das suas características morfológicas pois o primeiro algarismo diz respeito ao grau de desenvolvimento de adiposidade relativa (endomorfismo), o segundo diz respeito ao grau de desenvolvimento músculo-esquelético relativo (endomorfismo) e o terceiro diz respeito ao grau de desenvolvimento da linearidade (ectomorfismo) (Vieira & Fragoso, 2006). Se uma componente é inferior a 2,5, considera-se ser baixa, de 3,0 a 5,0 é média e de 5,5 a 7,0 é considerada elevada. Valores superiores a 7,5 numa determinada componente são considerados como extremos. Os três números calculados, correspondentes a cada uma das componentes do somatótipo, são aplicados a um triângulo esférico (um somatograma) em que os picos correspondem aos tipos somatotópicos marginais e o centro corresponde aos tipos equilibrados (Tóth, Michalíková, Bednarcíková, Zivcák & Kneppo, 2014).

Considerando a plasticidade da morfologia humana e o dimorfismo sexual, as três componentes do somatótipo podem variar no sexo masculino e no sexo feminino, na população adulta (Carter & Heath, 1990). Atendendo aos dados de Carter e Heath (1990) relativos a diversas populações, verifica-se que no sexo masculino os somatótipos situam-se entre as categorias de mesomorfo equilibrado (Papua Nova Guiné, Checoslováquia e África do Sul) e endo-mesomorfo (Canadá, Estados Unidos da América e Hungria). No sexo feminino, os somatótipos situam-se sobretudo entre as categorias de endo-mesomorfo (Papua Nova Guiné), meso-endomorfo (Checoslováquia, África do Sul, Canadá, Estados Unidos da América e Hungria) e endomorfo-mesomorfo (Portugal) (Carter & Heath, 1990; Sobral, Brito, Alves, Fragoso & Rodrigues, 1986).

Estes dados permitem constatar que as mulheres são mais endomorfas e menos mesomorfas comparativamente ao sexo masculino. Para a componente ectomorfismo, essas diferenças não são tão visíveis. A relação negativa entre o ectomorfismo e as componentes de endomorfismo e de mesomorfismo será explicada na medida em que estas duas componentes descrevem as massas relativas do indivíduo e aquela componente diminui à medida que as massas aumentam. Neste sentido, elevadas quantidades de endomorfismo ou mesomorfismo relacionam-se com baixos valores de ectomorfismo. Por sua vez, as relações entre o endomorfismo e o mesomorfismo são variáveis (Carter & Heath, 1990; Vieira & Fragoso, 2006).

O tipo morfológico do indivíduo ou o seu somatótipo fornece informações sintéticas sobre a sua constituição física e, consequentemente, também pode estar relacionada com a sua eficiência motora (Carter & Heath, 1990; Sterkowicz-Przybycień, 2010). Neste sentido, esta metodologia é habitualmente utilizada nas ciências do desporto para analisar a morfologia de

indivíduos dentro de uma determinada modalidade, com o intuito de relacionar a tipologia morfológica dos atletas com os resultados obtidos e, assim, conhecer o modelo somático e de padrão físico ligado ao rendimento (Collazos, Marodan & Gutierrez, 1996; da Silva, de Sousa & De Rose, 2003; Devi, 2006; Keogh, Hume, Pearson & Mellow, 2007; Sterkowicz-Przybycień, 2010; Sterkowicz-Przybycień, Sterkowicz & Zarów, 2011; Carter & Heath, 1990; Poblano-Alcalá & Braun-Zawosnik, 2014; Busko, Lewandowska, Lipinska, Michalski & Pastuszek, 2013). O estudo do somatótipo também tem sido utilizado em populações ou grupos populacionais específicos, associados ao aparecimento de doença, como a obesidade (Fett, Fett, Oyma & Marchini, 2006; Maia et al., 2007; Singh, 2007).

1.2.5. Caracterização morfológica da população adulta

As variáveis antropométricas como, por exemplo, a estatura, são diferentes se considerarmos a idade, o estatuto socioeconómico, o país e a etnia, o que implica alguma contenção nas inferências associadas aos resultados dos estudos desenvolvidos (Baumgartner, 2005; Caninas, 2002; Malina, 2005).

O padrão de distribuição de gordura relaciona-se com diversos fatores como a idade, o dimorfismo sexual, o tipo morfológico e a idade de desenvolvimento da obesidade (Fragoso & Vieira, 2014; Al-Sendi, Shetty & Musaiger, 2003; Barrigas & Fragoso, 2012). No geral, há uma tendência secular para o aumento da %MG advinda das condições socioeconómicas e do estilo de vida experimentado pela maioria da população do mundo industrializado. O sedentarismo, as posturas adotadas em atividades maioritariamente sentadas e os hábitos alimentares inadequados são algumas das condições responsáveis pelas alterações da composição corporal, em particular pelo aumento dos valores da MG, e possivelmente também pelo desequilíbrio da postura corporal (Barrigas & Fragoso, 2012; Fragoso & Vieira, 2014). Este estilo de vida terá efeitos na qualidade de vida dos indivíduos, ou seja, na maior incidência de doença. Segundo a *World Health Organization* (2014), o aumento do IMC, associado à obesidade e ao excesso de peso, aumenta o fator de risco para a ocorrência de doenças não transmissíveis, incluindo alterações músculo-esqueléticas e doenças cardiovasculares.

O depósito e a acumulação de gordura apresentam diferenças sexuais (Malina, 2005; Slyper, 1998), apresentando os homens menor quantidade de MG do que as mulheres (Hattori, Numata, Ikoma, Motsuzaka & Danielson, 1990). Essas diferenças são normalmente estabelecidas na puberdade (Malina, 2005; Slyper, 1998).

Relativamente à idade, o envelhecimento está associado à perda músculo-esquelética relativa e absoluta e ao aumento do tecido adiposo (Basu, Basu & Nair, 2002; Gallagher et al.,

2000). Estudos longitudinais revelam que existe um aumento progressivo da %MG dos 15 aos 98 anos (Baumgartner, 2005; Kyle, Grenion, Slosman & Pichard, 2001).

Sabe-se, também, que a MLG e de osso, nomeadamente a massa muscular e o conteúdo mineral ósseo (a quantidade de massa óssea), se mantêm constantes na idade adulta até aos 40 anos, diminuindo depois desta idade, mais nas mulheres do que nos homens (Ito et al., 2001).

Janssen, Heymsfield, Wang e Ross (2000) afirmam que os homens possuem maior quantidade de massa muscular que as mulheres, e que a massa muscular diminui a partir dos 40 anos de idade. Sabe-se, ainda, que o conteúdo mineral ósseo está correlacionado positivamente com a idade até aos 29 anos, mas a partir dessa altura verifica-se uma diminuição na ordem dos 0,23% de massa óssea por cada ano de vida (Rico, Revilla, Gonzalez-Riola, Villa & Buergo, 1993).

1.2.6. Caracterização morfológica da população adulta portuguesa

A tendência secular descrita anteriormente também parece ser observada na população portuguesa, tal como apresentado no estudo de Padez, Fernandes, Mourão, Moreira e Rosado (2004), no estudo de Padez, Mourão, Moreira e Rosado (2005) e também no estudo de Barrigas e Fragoso (2012), embora com crianças.

No que diz respeito à população portuguesa, vários estudos têm sido realizados, embora os seus resultados não sejam representativos de toda a população adulta. Relativamente ao peso dos portugueses, numa amostra de 1608 indivíduos foi estudada por Feliz (2003). O autor verificou que o peso tem tendência a aumentar até aos 35 anos, diminuindo a partir dessa idade. Os homens são mais pesados entre os 20 e os 70 anos, apresentando as mulheres um peso médio de $63,9 \pm 11,5$ kg e os homens de $73,9 \pm 13,8$ kg.

Feliz (2003) observou também que a estatura dos indivíduos avaliados se mantém estável até sensivelmente aos 35 anos, diminuindo progressivamente a partir daí, confirmando assim os dados apresentados por Guo, Zeller, Chumlea e Siervogel (1999) e por Shepard (1997). Segundo os autores, estes resultados poderão indicar uma tendência de diminuição da estatura adulta associada ao envelhecimento ou, ao contrário, uma tendência de aumento estatural nas novas gerações. Como habitual e esperado, os homens portugueses são mais altos que as mulheres portuguesas. As mulheres apresentam uma média de 162 cm (Garcia & Quintana-Domeque, 2007) e os homens de 172 cm (Garcia & Quintana-Domeque, 2007; Nobre, Jorge, Macedo & Castro, 2004; Padez, 2003). Contudo, estes valores estão abaixo dos valores médios obtidos para a população Americana (Kuczmarski, Flegal & Troiano, 1997) e Europeia (Garcia & Quintana-Domeque, 2007).

Quanto ao IMC, a população portuguesa mostra um aumento progressivo deste parâmetro até à idade adulta, apresentando depois disso comportamentos diferentes atendendo à variável sexo (Feliz, 2003; Silva, 2005). Nas mulheres, o IMC diminui a partir dos 50 anos e nos homens essa diminuição parece ocorrer a partir dos 65 anos. Neste sentido, as diferenças sexuais acontecem entre os 20 e os 50 anos de idade (Feliz, 2003). Segundo os dados de Feliz (2003), 44,8% das mulheres e 34,7% dos homens apresentam um valor de IMC abaixo dos 25 kg/m².

Relativamente à gordura corporal, há um aumento progressivo de gordura com a idade, na população portuguesa, sobretudo nas mulheres (Feliz, 2003; Silva, 2005). A mesma situação é verificada relativamente à %MG, ou seja, observa-se um aumento progressivo até à idade adulta, a manutenção da percentagem alcançada durante a idade adulta madura e um posterior decréscimo durante a senescência (Feliz, 2003).

Pelo contrário, a MLG e a massa óssea aumenta até sensivelmente aos 35 anos, mas decresce a partir dessa idade (Feliz, 2003; Silva, 2005), sendo esta situação semelhante a outras populações (Ito et al., 2001). Nos homens portugueses, a MLG e a massa óssea são bastantes superiores à das mulheres, sendo esta diferença, em média, cerca de 15 a 20 kg (Feliz, 2003). No que diz respeito ao conteúdo mineral ósseo, parece não apresentar grandes alterações até aos 35 anos e diminui a partir desta idade.

Os dados apresentados permitem concluir que ao longo do tempo de vida (*lifespan*), experimentamos uma diminuição de massa muscular e de conteúdo mineral ósseo e um aumento proporcional de gordura que facilita a construção de uma morfologia obesogénica compatível com o aumento de risco de doenças e deficiências metabólicas. As consequências do padrão de composição corporal mencionado podem ser visíveis na postura corporal (Araújo, Lucas, Algrete, Azevedo & Barros, 2014). Araújo et al. (2014) observaram que pessoas idosas, com nível socioeconómico baixo e obesidade geral e central apresentam um maior deslocamento anterior de equilíbrio sagital, com um consequente e compensatório aumento da retroversão pélvica. Os autores observaram também que o IMC e a obesidade central são as características antropométricas que mais fortemente estão associadas a padrões posturais não neutros.

1.3. Postura

Bricot (1999) defende que o sistema postural é um todo estruturado, com entradas múltiplas apresentando várias funções: manter a postura ereta; lutar contra a gravidade; opor-se a forças externas; situar-se no contexto espacial e estrutural; guiar e reforçar o movimento; e equilibrar-se durante o movimento. A postura ideal implica a existência de relações equilibradas

entre as várias estruturas e sistemas corporais e, conseqüentemente, ausência de forças contrárias (Bricot, 1999). Verifica-se um estado de equilíbrio muscular, articular e esquelético (Glaner, Mota, Viana & Santos, 2012), o qual requer menor esforço e gera menor sobrecarga, melhorando a eficiência do aparelho locomotor (Iunes, Bevilaqua-Grossi, Oliveira, Castro & Salgado, 2009). No entanto, durante o dia, cada indivíduo adota estratégias posturais para alcançar o equilíbrio. Esses ajustes posturais decorrem de numerosos fatores intrínsecos – por exemplo, respiração e fadiga neuromuscular, e de fatores extrínsecos – as várias posturas a que é obrigado a adotar (Wilson, Madigan, Davidson & Nussbaum, 2005).

O controle postural envolve a capacidade de prever, identificar e codificar as alterações na postura corporal, selecionar e adaptar uma resposta bem como executar essa mesma resposta respeitando as limitações biomecânicas do organismo e as limitações físicas do meio ambiente. O controle ou ajuste postural depende dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial, os quais são responsáveis pelo envio da informação pertinente para o SNC. Por sua vez, o SNC processa essa informação e gere a ativação neuromuscular necessária às ações musculares implicadas no movimento, na correção postural, entre outros comportamentos envolvidos no controle postural (Godinho, 2006).

A regulação do tônus é um importante mecanismo de ajuste postural, através da modulação de reflexos de estiramento. Porém, o sistema nervoso apresenta cadeias reflexas específicas que tornam os ajustes posturais mais rápidos e eficientes – reações posturais (Jacques, 2002). O controle da postura da cabeça é determinado por dois mecanismos: reações posturais de origem propriocetiva e reações posturais de origem visual. O primeiro caso baseia-se em *inputs* propriocetivos dos músculos, articulações e tendões, relativos ao sistema somatossensorial (informando sobre a posição e movimentação da cabeça em relação ao espaço) e em *inputs* vestibulares, relativos ao sistema de equilíbrio do ouvido interno (que informa sobre a posição e movimentos da cabeça em relação à gravidade). As reações posturais de origem propriocetiva definem-se como reações de posicionamento «sem mecanismo de referência externa» ou «sistema de autoequilíbrio». O segundo mecanismo é determinado por *input* do sistema visual verificado, por exemplo, quando um indivíduo se olha nos olhos num espelho, fornecendo informação relacionada com a posição e movimentação da cabeça e dos olhos em relação a um sistema de coordenadas (através de reflexos vestibulo-oculares). É definido como «mecanismo com referência externa» ou «posição do olhar» e é um sistema postural de ajustamento fino (Godinho, 2006; Moradi et al., 2014; Solow & Sandham, 2002). Tanto um como outro mecanismo são ativados para regulação da postura normal da cabeça (Moradi et al., 2014; Solow & Sandham, 2002; Solow & Tallgren, 1971).

As respostas posturais automáticas a uma perturbação podem ser diversas, desde o reflexo de estiramento monossináptico à ativação de estratégias motoras (Godinho, 2006). Denomina-se reação de endireitamento e reação de sustentação à sequência de reflexos que induz a rotação do tronco para controlo da postura de pé. A reação de endireitamento, associada à postura da cabeça explicada anteriormente, é promovida pelo sinal proveniente da estimulação dos canais semicirculares do labirinto vestibular, onde estão localizados os recetores que detetam a posição angular da cabeça. Posteriormente, são ativados os movimentos oculares ao nível dos músculos extrínsecos do olho, causando a rotação da cabeça provocada pela ativação/contração dos músculos do pescoço, provocando o movimento rotacional reflexo para controlo da postura em pé. A reação de sustentação observa-se, por exemplo, quando um indivíduo perde o equilíbrio e, para se proteger da queda, estende os braços reflexamente. Neste caso, são ativados reflexos mioestáticos. Muitas outras reações posturais são ativadas em diversas situações do dia-a-dia. Os estímulos que disparam essas reações são diversos, podendo ser mais frequentemente de origem vestibular e propriocetiva. O cerebelo, o tronco cerebral, o labirinto, os músculos, a medula, o fuso muscular e os recetores são responsáveis pelas reações posturais automáticas e involuntárias. Por sua vez, o córtex cerebral é responsável pelas reações conscientes e voluntárias, as quais constituem maioritariamente reações antecipatórias (Jacques, 2002).

O equilíbrio, sendo um processo integrativo complexo, envolve múltiplas vias aferentes e eferentes, e está dependente de: (a) informações vestibulares, visuais, somatossensoriais e propriocetivas para a receção de informação de natureza extrínseca (ambiental) e intrínseca (corporal), (b) atividade cerebral e cerebelar para a integração desta informação e para a formação de um programa motor e (c) sistema neuromuscular para a concretização dos movimentos adequados à realização do programa de ação (Godinho, 2006).

Perturbações funcionais nos sistemas propriocetivo, visual, utricular, nos canais semicirculares ou noutros sistemas neuronais envolvidos no controlo postural podem dar origem a alterações posturais. Perturbações na coluna vertebral poderão influenciar a postura crânio-facial e crânio-horizontal (Solow & Sandham, 2002).

O centro de gravidade é um conceito importante associado a uma postura equilibrada. No corpo humano, a cabeça está alinhada se o seu centro de gravidade se situar sobre o tronco e, por sua vez, o centro de gravidade do tronco se situar sobre a pélvis e assim sucessivamente. Se isto não acontecer e a cabeça não apresentar esta condição de alinhamento, situando-se anteriormente por exemplo, os músculos extensores terão de contrair isometricamente para que a cabeça não caia (Mosculino, 2008).

Pode-se caracterizar a postura natural de uma determinada pessoa como normal ou alterada no plano sagital, no plano coronal/frontal e no plano transversal/axial/horizontal. A postura da coluna vertebral no plano sagital é o foco de parte da presente Tese e é analisada atendendo às suas curvaturas naturais. A coluna vertebral normal apresenta duas curvaturas lordóticas situadas nas regiões cervical e lombar. Entre estas duas curvas lordóticas existe uma curva cifótica, situada na região torácica. Este padrão de curvaturas é normal se permitir uma distribuição uniforme de forças através da coluna (Roussouly & Nnadi, 2010).

1.3.1. Alterações da postura da coluna vertebral no plano sagital

Uma postura desadequada não é considerada saudável porque envolve a não harmonia e a não eficiência, colocando sob stresse (tensão) excessivo os vários tecidos corporais (Mosculino, 2008). Músculos sob stresse excessivo, por qualquer motivo, poderão perder a capacidade de contração adequada ou causar um encurtamento excessivo (contratura). As contraturas originam perda de movimento, perda de estabilidade e envolvem o desenvolvimento de deformidades (Jacques, 2002). No plano sagital, os principais fatores que conduzem ao desequilíbrio postural, modulando a posição da cabeça e do tronco, são as alterações podais, as perturbações do sistema estomatognático e as alterações ao nível da pele (Bricot, 1999). As alterações posturais estáticas originam uma perturbação estática mais ou menos complexa que envolve forças contrárias (agindo nas superfícies articulares das vértebras) e solicitações músculo-ligamentares excessivas, o que pode conduzir ao aparecimento de lesões. Qualquer alteração das cadeias musculares posturais tem como consequência uma perturbação do tónus postural. O tónus postural, definido como o estado de permanente contração dos músculos do corpo, permite vencer a força gravítica e manter a postura corporal (Bricot, 1999; Mosculino, 2008).

Fatores relacionados com a composição corporal, tais como a estatura, o peso, a constituição física, a postura, variáveis relacionadas com a condição física e variáveis de composição corporal (Helliövaara, 1989; Plowman, 1992), estão associados a aumento do risco de desenvolvimento de alterações posturais (Araújo et al., 2014; Silva, 1999). A coluna vertebral está dependente do controlo e suporte proporcionado pelos ligamentos e músculos para a sua função e é também influenciada pelos músculos proximais dos membros (Jull, 1986; Ng, Richardson, Kippers & Parnianpour, 1998).

Uma alteração do alinhamento sagital da coluna ocorre quando há um exagero ou uma deficiência dos padrões lordóticos e cifóticos normais (Roussouly & Nnadi, 2010), descritos anteriormente.

O sistema estomatognático, ou o aparelho manducatório pelas palavras de Bricot (1999), faz parte integrante do sistema postural na medida em que é uma área de união entre as cadeias musculares anterior e posterior. Desde a década de 90 que a relação funcional entre a coluna cervical e a torácica bem como a configuração das regiões torácica e pélvica foram consideradas fundamentais, em particular no que diz respeito à relação da coluna com a mandíbula e a postura corporal (Lippold, Danesh, Schilgen, Drerup & Hackenberg, 2006; Nobili & Adversi, 1996; Rocabado, 2006; Solow & Sandham, 2002; Valdez, 2002). A mandíbula e a língua estão associadas à cadeia muscular anterior, em que o osso hióide tem um papel fundamental. Por sua vez, através do crânio, a maxila interliga-se com as cadeias posteriores. A existência de núcleos do nervo trigémio ao longo do tronco cerebral e a presença de aferentes para as formações que intervêm no equilíbrio tónico postural são outras das razões consideradas e que justificam o papel fundamental do eixo mandíbula-crânio-sacro (Bricot, 1999).

Na prática clínica são relativamente comuns um conjunto de padrões de alteração postural da coluna vertebral. A cabeça protraída (mantida anteriormente) é um padrão frequente que resulta de uma redução da curvatura lordótica normal. Mais precisamente, verifica-se uma curvatura cervical inferior hipolordótica, projetando a cabeça anteriormente, e uma curvatura cervical superior hiperlordótica, elevando os olhos para a frente. Para que a cabeça e o pescoço não caiam em flexão, esta postura envolve a contração isométrica dos músculos posteriores do pescoço. Um outro padrão comum é a hipercifose da coluna torácica. A acentuação do padrão cifótico da coluna torácica tem como consequência uma limitação da cavidade torácica, reduzindo a capacidade de expansão pulmonar na respiração profunda. Esta situação está interligada com o padrão anterior, ou seja, a curvatura hipercifótica torácica leva à retificação da lordose cervical inferior e à acentuação da lordose cervical superior. Por último, destaca-se ainda o padrão de hiperlordose da coluna lombar. Neste caso, há uma acentuação da curvatura da coluna lombar (lordose ou hiperlordose) consequente da inclinação anterior da pélvis. Deste modo, o suporte do peso do corpo ocorre posteriormente. Este padrão associa-se ao aparecimento de outras alterações posturais como ao aumento da cifose torácica, à anteriorização ou arredondamento dos ombros para a frente e à postura de cabeça protraída (Mosculino, 2008). Lippold et al. (2006) apresentam um esquema com dois padrões posturais, no plano sagital, da coluna vertebral (Figura 2), que representa simplificadaamente um padrão postural com acentuação das curvaturas da coluna (a) e um outro padrão onde há retificação dessas curvaturas (b).

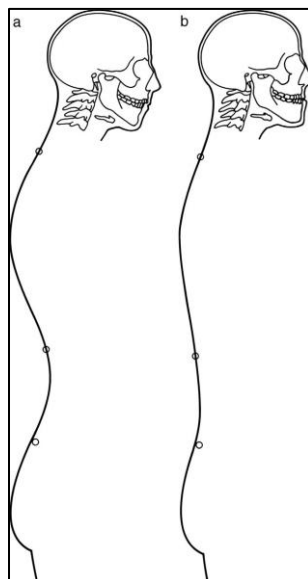


Figura 2. Representação esquemática de dois padrões posturais, no plano sagital, de Lippold et al. (2006, p. 784). Em (a), verifica-se uma postura craniofacial distal e vertical, com acentuações das curvaturas torácica e lombar e aumento do ângulo pélvico; em (b), representa-se uma postura craniofacial mesial e horizontal, com retificação das curvaturas torácica e lombar e diminuição da angulação pélvica.

Roussouly e colaboradores (Roussouly, Gollogly, Berthonnaud & Dimnet, 2005; Roussouly & Nnadi, 2010) propõem uma classificação do alinhamento da coluna vertebral no plano sagital, a qual está representada na Figura 3. Esta classificação baseia-se na relação espacial dos corpos vertebrais para definição dos segmentos torácico e lombar da coluna, sendo denominado de ponto de inflexão o ponto onde esta alteração espacial acontece (Roussouly & Nnadi, 2010). O padrão postural Tipo I representa uma relação de 80:20 entre o comprimento da curvatura torácica (CT) e o comprimento da curvatura lombar (CL), estando o ponto de inflexão situado ao nível da terceira e quarta vértebras lombar (L3/L4). Verifica-se cifose toracolumbar. O número de vértebras constituintes da lordose sacral é igual ou inferior a três. No Tipo II, a curvatura cifótica é menos acentuada e a curvatura lordótica tem uma aparência aplanada, apresentando uma relação de 60:40. A inclinação do sacro é menor que 35° e o número de vértebras na lordose lombar superior a três. Por sua vez, a tipologia III é caracterizada por uma inclinação do sacro entre 35,5° e 44,4°, estando o ponto de inflexão ao nível da décima segunda vértebra torácica e primeira vértebra lombar (T12–L1). A coluna vertebral está bem equilibrada, havendo um padrão postural no plano sagital neutro, com relação 50:50 entre CT e CL. Finalmente, no Tipo IV verifica-se um ponto de inflexão ao nível de T9–T10 e uma relação entre CT e CL de 20:80, o que se traduz numa curvatura lordótica longa comparativamente à curva cifótica. A inclinação do sacro é de cerca de 44,5° (Araújo et al., 2014; Roussouly & Nnadi, 2010).

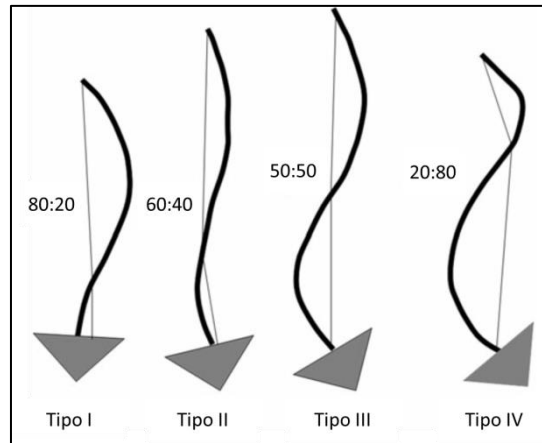


Figura 3. Variações da postura sagital da coluna vertebral atendendo à relação entre o CT e o CL, segundo Roussouly e Nnadi (2010).

Araújo et al. (2014) fazem o paralelismo entre os parâmetros antropométricos e as variações da postura da coluna vertebral no plano sagital com base na classificação de Roussouly (Roussouly, Gollogly, Berthonnaud & Dimnet, 2005; Roussouly & Nnadi, 2010). O excesso de peso e a obesidade levam a uma retroversão pélvica, o que favorece o desenvolvimento de uma postura muito alterada da coluna no plano sagital, nomeadamente uma reduzida lordose lombar (Tipo I ou II). Por sua vez, o excesso de peso também está associado a uma postura do Tipo IV, o que aponta para a tendência de a gordura favorecer o aumento das curvaturas da coluna sagital. À medida que a MG aumenta, na obesidade, são adotadas alterações pélvicas que superam essa hipercurvatura e a pessoa obesa passa a apresentar uma postura hipolordótica do Tipo I (a única postura onde não se verifica nenhuma harmonia entre as curvaturas naturais da coluna vertebral). Concluindo, a retroversão pélvica vai sendo adotada devido às limitações funcionais decorrentes da obesidade (Araújo et al., 2014). Mosculino (2008) acrescenta que, nestes casos, o peso do abdómen atira o centro de gravidade do tronco inferior para a frente pelo que há um contrabalanço por parte do tronco superior, o qual se desvia posteriormente.

1.3.2. Avaliação da postura no plano sagital

O estudo e avaliação do comportamento postural e do equilíbrio do Homem, tem sido realizado há mais de uma centena de anos (Godinho, 2006). Quando se analisa a postura corporal, frequentemente recorre-se à postura em pé. Independentemente da postura em que a pessoa é examinada, devem procurar-se fatores de tensão a que estão sujeitos os tecidos do corpo. Essa postura permite comparar o alinhamento do corpo com uma linha vertical e concluir acerca da simetria e equilíbrio de ambos os lados do corpo (Muscolino, 2008).

Um dos métodos mais primitivos, populares, baratos e não-invasivos para se avaliar a postura corporal estática é a utilização de um fio-de-prumo (uma linha perfeitamente vertical), nas posições ortostáticas frontal/posterior e sagital. Numa postura perfeitamente alinhada, a linha posterior está nivelada com o centro do corpo, dividindo-o em metades, direita e esquerda (Mosculino, 2008). Consideram-se várias linhas que devem estar no mesmo plano horizontal: linha entre as pupilas, linha entre os dois tragus, linha entre os dois mamilos, linha entre os dois ossos estiloides, a cintura escapular e a cintura pélvica. Considerando um alinhamento normal, o corpo projeta-se no solo precisamente no centro do quadrilátero de sustentação, equidistante dos dois pés (Bricot, 1999). A partir daí, pode-se inferir acerca da simetria das duas hemipartes (Mosculino, 2008). Por sua vez, a análise da postura no plano sagital permite a caracterização de ajustes ou alterações posturais nesse plano. Através da linha de prumo, no plano sagital, pode descrever-se a estática normal com a ajuda de um vetor vertical que passa pelo vértex, a apófise odontoide da segunda vértebra cervical (C2) e pelo corpo vertebral de L3. O plano escapular e o plano glúteo estão alinhados. Na postura normal, o ângulo sacral é de 32°, o disco L3/L4 está horizontal e a vértebra L3 é a mais anteriorizada (Bricot, 1999). A postura ideal no plano sagital pode ser descrita da seguinte forma: a linha vertical deve passar ao nível do canal auditivo externo, da apófise acromial da omoplata, do grande trocânter do fêmur, da articulação do joelho e do maléolo lateral do perônio (Kendall, McCreary, Provance, Rodgers & Romani, 2005; Mosculino, 2008).

No entanto, ao longo do tempo foram-se verificando desvantagens relacionadas com esta forma de avaliação, nomeadamente, é francamente inadequada para a avaliação de alterações posturais rotacionais no plano transversal, uma vez que se trata de um plano horizontal. Além disso, a linha de prumo é útil, apenas, na avaliação da postura em pé. Perante indivíduos que passam a maior parte do tempo sentados ou deitados, ou quando as condições de saúde não permitem que permaneçam em pé, não é relevante analisar a postura em pé (Mosculino, 2008).

A análise da imagem radiográfica é ainda hoje a forma mais popular de diagnóstico de alterações posturais. No entanto, é um método de avaliação dispendioso, a portabilidade do equipamento de raios X é limitado, a exposição aos raios X é problemática e o tempo necessário à análise das imagens radiográficas é elevado (Greendale, Nili, Huang, Seeger & Karlamangla, 2011).

A fotogrametria digital é um outro método de análise biomecânica da postura em posição estática que pode ser utilizada para a avaliação visual da postura corporal. Este é o método mais frequentemente utilizado pelos profissionais de saúde (Magee, 1992). Todavia, Arnold, Beatty e Harrison (2000) bem como Fedorak, Ashworth, Marshall e Paull (2003)

mostraram que este método não é preciso, apresentando pobre precisão intra e inter-avaliador. A avaliação visual com recurso à fotogrametria deve ser usada em combinação com outro método de avaliação da postura corporal (Fedorak et al., 2003).

A fotogrametria também pode ser utilizada para a obtenção de ângulos e distâncias corporais, recorrendo-se a marcas anatómicas e a diferentes *softwares* (Visscher, De Boer, Lobbezoo, Habets & Naeije, 2002; Zonnenberg, van Maanem, Elvers & Ostendorp, 1996). A fotogrametria pode aumentar a precisão da avaliação de alterações posturais, detetando diferenças qualitativamente menos evidentes (Gadotti & Biasotto-Gonzalez, 2010). Este método de avaliação possui consistência intra-avaliador (Glaner et al., 2012; Zonnenberg et al., 1996), embora a consistência inter-avaliador pareça ser mais elevada comparativamente a outras formas de avaliação (Iunes et al., 2009; Zonnenberg et al., 1996). As desvantagens apontadas quanto à fotogrametria dizem respeito à precisão (ou imprecisão) dos dados e à dificuldade na comparação com outros estudos, devido à falta de padronização dos pontos anatómicos e do significado das medidas angulares utilizadas (Glaner et al., 2012). No entanto, várias vantagens são salientadas, sobretudo para avaliação da postura corporal no plano sagital: (a) o alinhamento da coluna no plano sagital corresponde a valores angulares diferentes de zero, o que reflete melhor evoluções clínicas posturais em comparação com o plano frontal, cujos valores tendem a zero (simetria); (b) os resultados deste método de avaliação são mais precisos quando os marcadores anatómicos de referência são utilizados em detrimento de referências externas (como no caso da utilização do fio-de-prumo) (Dunk, Lalonde & Callaghan, 2005); (c) possibilita a quantificação bidimensional do corpo, complementando a avaliação clínica (Glaner et al., 2012).

Outras formas de avaliação não-radiológicas foram surgindo. Posturografia é um termo aplicado para definir as técnicas utilizadas para medir a estabilidade postural em plataformas de medição estáticas ou dinâmicas. O princípio da posturografia computadorizada estática é a deteção do centro de pressão dos pés, em posição vertical, num meio de suporte (uma plataforma posturográfica) de modo a que o centro de gravidade corporal seja mantido sem projeção do corpo (Valis, Drsata, Kalfert, Semerák & Kremláček, 2012). Assim, podem ser retiradas ilações acerca de padrões posturais específicos através das oscilações do corpo na posturografia, o que expressa a predominância de *input* sensoriais específicos de cada indivíduo (Bruno et al., 2009).

Um dos métodos não-radiológicos, rápidos e fáceis de serem utilizados para análise das curvaturas sagitais da coluna vertebral é o método Flexicurve. A régua Flexicurve (Arts Supply Store, Hamilton, ON) é colocada ao longo dos processos espinhosos das colunas torácica e lombar, desde a sétima vértebra cervical (C7) e a segunda vértebra sacral (S2), tomando a configuração das curvaturas torácica e lombar (Lindsey & Bookstein, 2007). Depois a

Flexicurve é colocada na mesa para que seja desenhada em papel, ou tirada uma fotografia, a configuração da Flexicurve, para posterior medição e análise dos dados (Quek, Pua, Clark & Bryant, 2013). A validade e precisão deste método têm sido verificadas em diversos estudos (Greendale et al., 2011; Simpson, 1989; Tillotson & Burton, 1991). Com base no registo (em papel ou fotográfico) da postura sagital de determinado indivíduo, é traçada uma linha vertical unindo a vértebra C7 e o espaço intervertebral entre a quinta vértebra lombar (L5) e a primeira vértebra sacral (S1) para determinação dos cumprimentos das curvaturas torácica e lombar (MacIntyre, Bennett, Bonnyman & Stratford, 2011). Para caracterizar a curvatura torácica pode ainda ser estudado o índice de cifose torácica (índice cifótico ou IC) através da equação $IC = PT/CT \times 100$. Este parâmetro é determinado a partir do CT, referido anteriormente, e também da profundidade torácica (PT). Inclusivamente, Greendale et al. (2011) determinaram um grau de precisão concorrente relativamente à medição da cifose através deste método (r de Pearson = 0,69). Através deste método pode, ainda, ser calculado o ângulo cifótico, o qual é calculado através de linhas desenhadas perpendicularmente aos lados mais curtos do triângulo formado pela curva torácica (Greendale et al., 2011).

Semelhante ao método Flexicurve é o método que utiliza o Digital Inclinator (Saunders's digital inclinometer, Empi Therapy Solutions), medindo os ângulos cervico-torácico, torácico-lombar e lombo-sagrado (MacIntyre et al., 2011; Saunders, 2008). No mercado, pode ainda encontrar-se o Debrunner kyphometer. O método de análise da hipercifose com base neste instrumento consiste na utilização de um transferidor montado em dois braços, cujas extremidades estão posicionadas em pontos ósseos específicos e a hipercifose é lida no transferidor (Greendale et al., 2011; Lundon, Li & Bibershtein, 1998).

Existem, ainda, outros métodos que permitem o estudo e avaliação da postura sagital da coluna vertebral. Roussouly et al. (2005) descreveram um método que permite a caracterização das variações normais no alinhamento sagital da coluna e as associações entre a coluna lombar e a pelve. Este método assenta num programa de computador personalizável, que constrói um modelo de curvaturas em três dimensões para análise da anatomia da coluna vertebral com base em radiografias digitalizadas (Optimage, Lyon, France).

Estes métodos são relativamente robustos quanto à deteção de variações no contorno da coluna e na deteção de alterações relativamente ao alinhamento sagital da coluna vertebral e, por esta razão e pelo facto de serem baratos, rápidos, fáceis de utilizar, não-evasivos (Greendale et al., 2011), a fotogrametria digital e o método Flexicurve foram os procedimentos utilizados em dois dos estudos conduzidos no âmbito desta Tese.

1.3.3. Caracterização do alinhamento da coluna vertebral, no plano sagital, no adulto

As diferenças entre as curvaturas da coluna vertebral, no plano sagital, normais e patológicas ainda são pouco claras (Bricot, 1999; Kendall et al., 2005; Glaner et al., 2012; Mosculino, 2008; Roussouly & Nnadi, 2010; Roussouly et al., 2005). Como já foi referido, sabe-se apenas que existem quatro curvaturas naturais na coluna vertebral: a curvatura lordótica cervical, a curvatura cifótica torácica, a curvatura lordótica lombar e a curvatura cifótica sagrada, as quais não se devem apresentar acentuadas ou retificadas (Kendall et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010; Roussouly et al., 2005).

Roussouly et al. (2005) dizem, por exemplo, que a curvatura cifótica está compreendida entre a primeira e a décima segunda vértebras torácicas (T1 e T12) e a curvatura lordótica entre L1 e L5. Embora nem sempre se verifiquem estes pressupostos, há uma correlação positiva entre a cifose torácica e a lordose lombar. Podem encontrar-se também referências quanto a valores de angulação aceitáveis para cada uma das curvaturas da coluna, nomeadamente um valor de $40^{\circ} \pm 9,7^{\circ}$ relativamente à lordose cervical, entre os 20° e os 50° para a coluna torácica (cifose) assim como valores compreendidos entre 20° e os 79° para a lordose lombar (tendo com referência L1 e S1) (Boesker, Moe, Winter & Koop, 2000; Bridwell & Bernhardt, 1989; Hardacker, Shuford, Capicotto & Pryor, 1997; Roussouly & Nnadi, 2010; Wang et al., 2012). No entanto, estes últimos valores podem variar se for ou não incluída a junção lombo-sacral na determinação desta medida, já que o segmento L5–S1 apresenta uma grande variabilidade lordótica (Roussouly & Nnadi, 2010).

Relativamente ao sexo, a literatura referente à população portuguesa indica não haver alterações do alinhamento sagital da coluna vertebral entre homens e mulheres (Araújo et al., 2014). No entanto, parece haver uma tendência para os homens apresentarem atenuação das curvaturas da coluna vertebral, o que corresponde a uma postura do Tipo II (Figura 3) segundo a classificação de Roussouly (Chanplakorn et al., 2012). Os resultados dos estudos apresentados devem atender ao facto de a etnia poder assumir um importante papel na diferenciação de características antropométricas (Wang et al., 2012).

As variações posturais decorrentes da idade também são mencionadas pela literatura, porém essas alterações não afetam significativamente o alinhamento da coluna vertebral, a nível sagital (Mac-Thiong, Roussouly, Berthonnaud & Guigui, 2011) em idade adulta, dos 20 aos 50 anos (Chanplakorn et al., 2012), facto este confirmado na população portuguesa (Araújo et al., 2014). No idoso, verifica-se um aumento da cifose torácica à qual se associa a diminuição da performance física, alterações respiratórias, controlo postural diminuído e diminuição da qualidade de vida (Quek et al., 2013). No que diz respeito à lordose lombar, os dados não são

consensuais já que esta lordose parece diminuir com a idade (Hinman, 2004; Tuzun, Yorulmaz, Cindas & Vatan, 1999) ou pode não se alterar (Jackson & McManus, 1994).

Fatores relacionados com a ocupação e a atividade física do indivíduo podem relacionar-se com a sua composição corporal e o alinhamento sagital da coluna vertebral. A atividade física, mesmo que mínima, pode prevenir a deterioração da força, do equilíbrio e da densidade mineral óssea (Araújo et al., 2014; Langsetmo et al., 2012; Rantanen, Era & Heikkinen, 1997). Concretamente, a diminuição de força nos extensores posteriores poderá causar uma maior incidência de cifose torácica e poderá favorecer a diminuição de lordose lombar e da inclinação do sacro, provocada pelo sedentarismo. Os autores concluem, então, que a força dos extensores posteriores é um importante determinante da postura em mulheres saudáveis (Sinaki, Itoi, Rogers, Bergstralh & Wahner, 1996).

Uma situação socioeconómica mais pobre (relativamente à escolaridade e à ocupação) está associada a uma maior incidência de alterações pélvicas, nomeadamente a maior retroversão pélvica, e a um maior deslocamento anterior do equilíbrio sagital. Estas condições estão relacionadas com uma pior performance física no que diz respeito ao equilíbrio em pé (Araújo et al., 2014).

Concluindo, os dados mostram que existem grupos populacionais específicos com uma incidência particular de alterações músculo-esqueléticas, ao nível do alinhamento sagital da coluna vertebral, nomeadamente aqueles com idade mais avançada, com uma condição socioeconómica mais desfavorável, com maior IMC e maior obesidade central (Araújo et al., 2014).

1.4. Questões experimentais e objetivos

Atendendo ao exposto ao longo do presente Capítulo, assumiram-se como questões de investigação a verificar ao longo do desenvolvimento deste trabalho, as seguintes:

- Segundo a literatura consultada, a morfologia corporal do falante parecem afetar tanto o padrão respiratório, a pressão subglótica, o alongamento das pregas vocais, os movimentos verticais da laringe, bem como a configuração dos articuladores e dos ressoadores durante a produção da voz (Aloé, Pedroso, Tavares & Barbosa, 1997; Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Arboleda & Frederick, 2008; Beckford, Schain, Roor & Schanbacher, 1985; Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2001; Dromey, Nissen, Roy & Merrill, 2008; Evans et al., 2008; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012; Hollien, Gren & Massey, 1994; Lippold et al., 2006; Morrison, 1997; Moura, 1996; Ní Chasaide & Gobl, 1999; Rubin, Blake &

Mathieson, 2007; Solow & Sandham, 2002; Stepp, Hillman & Heaton, 2010; Sterkowicz-Przybycień, 2010; Van Houtte, Van Lierde & Claeys, 2011; Venn, Lewis, Cooper, Hill & Britton, 1998). Atendendo a esse conhecimento, será que a eficiência motora da laringe e do trato vocal poderão estar relacionadas com o morfotipo, a composição corporal e a postura da coluna vertebral dos falantes?

- Essas influências poderão estar na origem do desenvolvimento ou na origem do agravamento de perturbações vocais, mais especificamente, de disfonias funcionais (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Arboleda & Frederick, 2008; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Lieberman, 1998; Lowell, Kelley, Colton, Smith & Portnay, 2012; Rubin et al., 2000; Rubin et al., 2007; Stepp et al., 2010; Van Houtte et al., 2011; Van Houtte, Claeys, D'haeseleer, Wuyts & Van Lierde, 2013). Será que o morfotipo, a composição corporal e a postura da coluna vertebral é diferente em falantes normais e em falantes disfónicos?
- A análise acústica tem sido usada para caracterizar a qualidade vocal em estudos que investigam a relação entre parâmetros de morfologia corporal e a produção de voz (Dromey et al., 2008; Eadie & Doyle, 2005; Ladefoged & Johnson, 2011; Laver & Trudgill, 1979; Parsa & Jamieson, 2001; Stepp et al., 2010). A análise acústica de qualidade vocal permite verificar objetivamente as duas hipóteses supramencionadas?

Esta investigação multidimensional sobre qualidade vocal foi desenvolvida com base numa estreita parceria entre vários Departamentos da Universidade de Lisboa, a fim de se conseguir alcançar evidências objetivas sobre a relação entre a qualidade de voz e a morfologia corporal do falante. Os objetivos de investigação a alcançar nesta Tese são:

- Verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos de qualidade vocal, composição corporal e o somatótipo;
- Determinar diferenças entre falantes normais e falantes disfónicos considerando a composição corporal e o somatótipo;
- Verificar efeitos da postura sagital da coluna vertebral nos parâmetros acústicos de qualidade vocal;
- Determinar diferenças no alinhamento da coluna vertebral, no plano sagital, em falantes normais e falantes disfónicos;
- Fornecer informações sobre características antropométricas e de composição corporal de uma amostra de falantes adultos do PE.

1.5. Referências

- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh, UK: U.P. Edinburgh.
- Aloé, F., Pedroso, A., Tavares, S., & Barbosa, R. C. (1997). Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *Fono Actual*, 1, 34–39.
- Al-Sendi, A. M., Shetty, P., & Musaiger, A. O. (2003). Anthropometric and body composition indicators of Bahraini adolescents. *Annals of Human Biology*, 30, 367–379.
- American Speech-Language-Hearing Association (2002). *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V)*. ASHA Special Interest Division 3, Voice and Voice Disorders. Rockville, MD: Author. Retrieved from <http://www.asha.org/uploadedFiles/members/divs/D3CAPEVprocedures.pdf>
- Andrews, M. (2006). *Manual of voice treatment - Pediatrics through geriatrics* (3rd ed.). New York, NJ: Delmar Edition.
- Angsuwarangsee, T., & Morrison, M. (2002). Extrinsic laryngeal muscular tension in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 16, 333–343.
- Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *The Spine Journal*, 14, 2373–2383.
- Arboleda, B. M., & Frederick, A. L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.
- Arnold, C., Beatty, B., & Harrison, E. (2000). The reliability of five clinical postural abnormalities measures for women with osteoporosis. *Physiotherapy Canada*, 52, 286–294.
- Awan, S. N., & Roy, N. (2005). Acoustic prediction of voice type in women functional dysphonia. *Journal of Voice*, 19, 268–282.
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Barrigas, C., & Frago, I. (2012). Obesity, academic performance and reasoning ability in Portuguese students between 6 and 12 years old. *Journal of Biosocial Science*, 44, 165–179.
- Basu, R., Basu, A., & Nair, K. S. (2002). Muscle changes in aging. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 6, 336–341.
- Baumgartner, R. N. (2000). Body composition in healthy aging. *Annals of the New York academy of Sciences*, 904, 437–448.
- Baumgartner, R. N. (2005). Age. In S. B. Heymsfield, & et al., *Human Body Composition* (pp. 259–269). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Beck, J. M. (2013). Organic variation of the vocal apparatus. In: W. Hardcastle, J. Laver, & F.E. Gibbon (Eds.) *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., pp. 173–204). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Beckford, N. S., Schain, D., Roor, S. R., & Schanbacher, B. (1985). Androgen stimulation and laryngeal development. *Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology*, 94, 634–640.
- Behlau, M., & Pontes, P. (1995). *Avaliação e tratamento das disfonias*. São Paulo, Brasil: Editora Lovise.

- Behlau, M., Azevedo, R., & Pontes, P. (2001). Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In M. Behlau (Ed.), *Voz: o livro do especialista* (Vol. I, pp. 53–84). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In M. Behlau (Ed.), *Voz: o livro do especialista* (Vol. I, pp. 85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Behnke, A. R., Feen, B. G., & Welham, W. C. (1942). The specific gravity of healthy men. *Journal of the American Medical Association*, 118, 495–498.
- Bele, I. V. (2005). Reliability in perceptual analysis of voice quality. *Journal of Voice*, 19, 555–573.
- Behnke, A. R., & Wilmore, J. R. (1974). *Evaluation and regulation of body built and composition*. Englewood, NJ: Prentice Hall.
- Bhuta, T., Patrick, L., & Garnett, J. D. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18, 299–304.
- Bless, D. M., & Baken, R. J. (1992). International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP) Voice Committee discussion of assessment topics. *Journal of Voice*, 6, 184–210.
- Boesker, E. H., Moe, J. H., Winter, R. B., & Koop, S. E. (2000). A determination of the normal thoracic kyphosis: a roentgenographic study of 121 normal children. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 20, 796–798.
- Bortolotti, P., & Andrada e Silva, M. A. (2005). Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149–160.
- Bricot, B. (1999). *Posturologia*. São Paulo, Brasil: Ícone.
- Bridwell, K. H., & Bernhardt, M. (1989). Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*, 14, 717–721.
- Brinca, L. F., Batista, A. F., Tavares, A. I., Gonçalves, I. C., & Moreno, M. L. (2013). Use of cepstral analysis for differentiating normal from dysphonic voices: a comparative study of connected speech versus sustained vowel in European Portuguese female speakers. *Journal of Voice*, 28, 282–286.
- Brockman, M., Drinnan, M. J., Storck, C., & Carding, P. N. (2011). Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice*, 25, 44–53.
- Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T., & Keys, A. (1963). Densitometry analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110, 113–140.
- Bruno, E., Padova, A., Napolitano, B., Marroni, P., Batelli, R., Ottaviani, F., & Alessandrini, M. (2009). Voice disorders and posturography: variables to define the success of rehabilitative treatment. *Journal of Voice*, 23, 71–75.
- Buekers, R. (1998). Perceptual evaluation of vocal behaviour. *Logopedics Phoniatrics Vocology, PEVOC-II supplement*, 1, 23–27.

- Busko, K., Lewandowska, J., Lipinska, M., Michalski, R., & Pastuszak, A. (2013). Somatotype-variables related to muscle torque and power output in female volleyball players. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 15, 119–126.
- Butha, T., Patrick, L., & Garnett, J. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18, 299–304.
- Caninas, M. P. (2002). *Tendência secular: morfologia e pretação motora numa prova de handgrip* (Master's thesis). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Canoy, D., Luben, R., Welch, A., Bingham, S., Wareham, N., Day, N., & Khaw, K. T. (2004). Abdominal obesity and respiratory function in men and women in the EPIC-Norfolk Study, United Kingdom. *American Journal of Epidemiology*, 159, 1140–1149.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping development and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Chanplakorn, P., Sa-ngasoongsong, P., Wongsak, S., Woratanarat, P., Wajanavisit, W., & Laohacharoensombat, W. (2012). The correlation between the sagittal lumbopelvic alignments in standing position and the risk factors influencing low back pain. *Orthopedic Reviews*, 4:e11, 50–54.
- Clarys, J. P., Martin, A. D., & Drinkwater, D. T. (1984). Gross tissue weights in the human body by cadaver dissection. *Human Biology*, 56, 459–473.
- Clarys, J. P., Martin, A. D., Drinkwater, D. T., & Marfell-Jones, M. J. (1987). The skinfold: myth and reality. *Journal of Sports Science*, 5, 3–33.
- Collazos, J. F., Marodan, M. D., & Gutierrez, R. E. (1996). Cinanthropometric study in Spanish judoists. *International Journal of Anthropology*, 1, 11–19.
- Collins, S. A. (2000). Men's voice and women's choice. *Animal Behaviour*, 60, 773–780.
- Colton, R., Casper, J., & Leonard, R. (2010). *Compreendendo os problemas da voz* (3.^a ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Côrte, B. A. (2011). *Avaliação da qualidade vocal de mulheres com nódulos nas pregas vocais*. (Master's thesis). Departamento de Electrónica Telecomunicações e Informática, Departamento de Língua e Culturas, Secção Autónoma de Ciências da Saúde, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Cunningham, J. J., Heymsfield, S. B., LoMonte, A. F., Wang, J., & Pierson Jr., R. N. (1991). In vivo determination of body fat by measuring total body carbon. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 53, 1339–1344.
- Da Cunha, M. G., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2009). Morbid obesity and its relationship to voice alterations. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 22, 76–81.
- Da Cunha, M. G., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2011). Voice feature characteristics in morbid obese population. *Obesity Surgery*, 21, 340–344.
- da Silva, P., de Sousa, T., & De Rose, F. H. (2003). Body composition, somatotype and proportionality of elite bodybuilders in Brazil. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9, 408–412.

- Dehqan, A., & Scherer, R. C. (2013). Acoustic analysis of voice: Iranian teachers. *Journal of Voice*, 27, 655.e17–655.e21.
- Dejonckere, P. H. (2010). Assessment of larynx and trachea. In M. Remacle, & H. E. Eckel (Eds.), *Surgery of larynx and trachea* (pp. 11–26). Berlin, Germany: Springer.
- Devi, H. S. (2006). Variation in physical structures of Meitei women weightlifters and the controlled group. *Anthropologist*, 8, 408–412.
- Diem, K. (1962). *Constituents of living matter*. New York, NJ: Geigy Pharmaceuticals.
- Dogan, M., Eryuksel, E., Kocak, I., Celikel, T., & Sehitoglu, M. A. (2007). Subjective and objective evaluation of voice quality in patients with asthma. *Journal of Voice*, 21, 224–230.
- Douglas, C. R., & Oncins, M. (2013). Fundamentos fisiológicos para motricidad orofacial. In Susanibar, F. Susanibar, D. Parra, & A. Dioses (Eds.), *Motricidad orofacial - Fundamentos basados en evidencias* (pp. 111–139). Madrid, Spain: Editorial EOS.
- Dromey, C., Nissen, S. L., Roy, N., & Merrill, R. M. (2008). Articulatory changes following treatment of muscle tension dysphonia: preliminary acoustic evidence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 196–208.
- Dunk, M., Lalonde, J., & Callaghan, J. (2005). Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: Reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 28, 386–392.
- Durnin, J., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77–97.
- Eadie, T., & Doyle, P. (2005). Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *Journal of Voice*, 19, 1–14.
- Edwards, D. A. (1951). Differences in the distribution of subcutaneous fat with sex and maturity. *Clinical Science (London)*, 10, 305–315.
- Enderby, O., & Emerson, J. (1996). Speech and language therapy: does it work? *BMJ*, 312, 1655–1658.
- Escudero P., Boersma P., Rauber A. & Bion, H. (2009). A cross dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126(3), 1379–1393.
- Evans, S., Neave, N., & Wakelin, D. (2006). Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Psychology*, 72, 160–163.
- Evans, S., Neave, N., Wakelin, D., & Hamilton, C. (2008). The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiology & Behavior*, 93, 783–788.
- Fant, G. (1960). *Acoustic theory of speech production*. The Hague: Mouton.
- Fawcus, M. (2001). The causes and classification of voice disorders. In M. Freeman, & M. Fawcus (Eds.), *Voice disorders and their management* (pp. 47–68). London, UK: Whurr Publishers.
- Fedorak, C., Ashworth, N., Marshall, J., & Paull, H. (2003). Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine*, 28, 1857–1859.

- Feliz, A. (2003). *A composição corporal em idades compreendidas entre os 10 e os 80 anos*. (Master's thesis), Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Fett, C., Fett, W., Oyama, S., & Marchini, J. (2006). Body composition and somatotype in overweight and obese women pre- and post-circuit training or jogging. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12, 39e–43e.
- Fex, S. (1992). Perceptual evaluation (special article). *Journal of Voice*, 6, 155–158.
- Fitch, T., & Giedd, J. (1999). Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *Journal of Acoustical Society of America*, 106, 1511–1522.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2014). *Cin antropometria. Curso Prático*. Cruz Quebrada: Edições FMH.
- Gadotti, I. C., & Biasotto-Gonzalez, D. A. (2010). Sensitivity of clinical assessments of sagittal head posture. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 16, 141–144.
- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., Pierson, R. N., Pi-Sunyer, F. X., & Heymsfield, S. B. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 279, e366–e375.
- Gallagher, D., Visser, M., Sepulveda, D., Pierson, R. N., Harris, T., & Heymsfield, S. B. (1996). How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex, and ethnic groups? *American Journal of Epidemiology*, 143, 228–239.
- Garcia, J., & Quintana-Domeque, C. (2007). The evolution of adult height in Europe: A brief note. *Economics and Human Biology*, 5, 340–349.
- Garcia-Tapia, R., & Cobeta, I. (1996). Clasificación de las disfonías. In R. Garcia-Tapia, & I. Cobeta (Eds.), *Diagnóstico y tratamiento de los trastornos de la voz* (pp. 217–218). Madrid, Spain: Garsi.
- Garn. (1986). Three limitations of the body mass index. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 44, 996–997.
- Garn, S. M. (1955). Relative fat patterning: an individual characteristic. *Human Biology*, 27, 75–89.
- Gelfer, M. P., & Young, S. R. (1997). Comparisons of intensity measures and their stability in male and female speakers. *Journal of Voice*, 11, 178–186.
- Glamuglia, A., Tavares, E., Rodrigues, S., & Martins, R. (2014). Perceptual and acoustic parameters of vocal nodules in children. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 78, 312–316.
- Glaner, M., Mota, Y., Viana, A., & Santos, M. (2012). Fotogrametria: Fidedignidade e falta de objetividade na avaliação postural. *Motricidade*, 8, 78–85.
- Gobl, C., & Karlsson, I. (1991). Male and female voice source dynamics. In J. Gauffin, & B. Hammarberg (Eds.), *Vocal fold physiology: Acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms* (pp. 121–128). San Diego, CA: Singular.
- Godinho, C. A. (2006). *Parâmetros do comportamento postural* (Master's thesis). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- González, J. (2004). Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.

- Gouveia, S. (2007). *Avaliação multidimensional da voz* (Master's thesis). Escola Superior de Saúde de Alcoitão da Santa Casa da Misericórdia de Lisboa e Instituto de Ciências da Saúde da Universidade, Alcoitão.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibanez, J., Ruesta, M., & Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40, 351–361.
- Greendale, G., Nili, N. S., Huang, M. H., Seeger, L., & Karlamangla, A. S. (2011). The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle. *Osteoporosis International*, 22, 1897–1905.
- Grinblat, J. M. (1993). *Análise da proporção harmônico-ruído nos diferentes registros vocais* (Monografia de especialização). Escola Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- Guimarães, I. (2002). *An electrolaryngographic study of dysphonic portuguese speakers* (Doctoral dissertation). University of London, London.
- Guimarães, I. (2007). *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Guo, S., Zeller, C., Chumlea, W., & Siervogel, R. (1999). Aging, body composition and lifestyle: the Fels longitudinal study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 405–411.
- Gurr, M. L., & Harwood, J. L. (1991). *Lipid biochemistry*. London, UK: Chapman and Hall.
- Hakkesteegt, M. M., Brocaar, M. P., Wieringa, M. H., & Feenstra, L. (2008). The relationship between perceptual evaluation and objective multiparametric evaluation of dysphonia severity. *Journal of Voice*, 22, 138–145.
- Hamdan, A. L., Al Barazi, R., Khneizer, G., Turfe, Z., Sinno, S., Ashkar, J., & Tabri, D. (2013). Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice*, 27, 567–571.
- Hamdan, A. L., Al Barazi, R., Tabri, D., Saade, R., Kutkut, I., Sinno, S., & Nassar, J. (2012). Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.
- Hardacker, J. W., Shuford, R. F., Capicotto, R. N., & Pryor, P. W. (1997). Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms. *Spine*, 20, 1472–1480.
- Harris, T., & Lieberman, J. (1993). The cricothyroid mechanism, its relation to vocal fatigue and vocal dysfunction. *Voice Forum*, 2, 89–96.
- Hattori, K., Numata, N., Ikoma, M., Motsuzaka, A., & Danielson, R. (1990). Sex differences in fat distribution of subcutaneous and internal fat. *Human Biology*, 63, 53–64.
- Hauser, M. D., Evans, C. S., & Marler, P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca Mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–433.
- Helliövaara, M. (1989). Risk factors for low back pain and sciatica. *Annals of Medicine*, 21, 257–264.
- Heymsfield, S. B., Wang, Z., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (1997). Human body composition: advances in models and methods. *Annual Review of Nutrition*, 17, 527–558.

- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine Journal*, 4, 413–417.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York, NJ: Springer Verlag.
- Hirano, M., & Bless, D. M. (1993). *Videostroboscopic examination of the larynx*. London, UK: Whurr Publishers.
- Hollien, H., Green, R., & Massey, K. (1994). Longitudinal research on adolescent voice changes in males. *Journal of Acoustical Society of America*, 96, 2646–2654.
- Ito, H., Ohshima, A., Ohto, N., Ogasawara, M., Tsuzuki, M., Takao, K., Hijii, C., Tanaka, H., & Nishioka, K. (2001). Relationship between body composition and age in healthy Japanese subjects. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55, 462–470.
- Iunes, D., Bevilaqua-Grossi, D., Oliveira, A., Castro, F., & Salgado, H. (2009). Análise comparativa entre avaliação postural visual e por fotogrametria computadorizada. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 13, 308–315.
- Jackson, A. S., & Pollock, M. L. (1985). Practical assessment of body composition. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(5), 76–90.
- Jackson, R. P., & McManus, A. C. (1994). Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size. *Spine*, 19, 1611–1618.
- Jacob, S. W., Francone, C. A., & Lossow, W. J. (1978). *Structure and function in man* (4th ed.). Philadelphia: Saunders.
- Jacques, H. (2002). *Alunos sinistros × carteiras escolares: um estudo com assimetrias posturais* (Master's thesis). Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Janssen, I., Heymsfield, S., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89, 81–88.
- Johnson, W., Brown, S. F., Curtis, J. F., Edney, C. W., & Keaster, J. (1965). *Speech handicapped school children*. New York, NJ: Harper & Brothers.
- Jull, G. A. (1986). Examination of the lumbar spine. In G. P. Grieve (Ed.), *Modern manual therapy of vertebral column* (pp. 547–560). Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, W. A. (2005). *Muscles testing and function* (5th ed.). Baltimore, MD: Lippincott Williams and Wilkins.
- Keogh, J. W., Hume, P. A., Pearson, S. N., & Mellow, P. (2007). Anthropometric dimension of male powerlifters of varying body mass. *Journal of Sports Science and Medicine*, 25, 1365–1376.
- Klingholtz, F. (1990). Acoustic recognition of voice disorders: a comparative study of running speech versus sustained vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 87, 2218–2224.
- Kooijman, P. G., de Jong, F. I., Oudes, M. J., Huinck, W., Van Acht, H., & Graamans, K. (2005). Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persistent voice complaints. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 57, 134–147.

- Kuczmarski, R., Flegal, K., & Troiano, R. (1997). Varying body mass cutoff points to describe overweight prevalence among adults: NHANES III (1988 to 1994). *Obesity Research*, 5, 542–548.
- Kuwabara, H., & Sagisaka, Y. (1995). Acoustic characteristics of speaker individuality: control and conversation. *Speech Communication*, 16, 165–173.
- Kyle, U., Grenion, G., Slosman, D., & Pichard, C. (2001). Fat free mass and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17, 534–541.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Langsetmo, L., Hitchcock, C. L., Kingwell, E. J., Davison, K. S., Berger, C., Forsmo, S., Zhou, W., Kreiger, N., & Prior, J. C. (2012). Physical activity, body mass index and bone mineral density—Associations in a prospective population-based cohort of women and men: The Canadian Multicentre Osteoporosis Study (CaMos). *Bone*, 50, 401–408.
- Laver, J. (1980). *The phonetic description of voice quality*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Laver, J. (1991). *The gift of speech*. Edinburgh, UK: Edinburgh University Press.
- Laver, J., & Trudgill, P. (1979). Phonetic and linguistic markers in speech. In K. Scherer, & H. Giles (Eds.), *Social markers in speech* (pp. 1–26). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lieberman, J. (1998). Principles and techniques of manual therapy: applications in the management of dysphonia. In T. Harris, S. Harris, J. Rubin, & D. Howard (Eds.), *The voice clinic handbook* (pp. 91–138). London, UK: Whurr.
- Lindsey, C., & Bookstein, N. (2007). Kypholordosis measurement using a flexible curve (Instructional CD). American Physical Therapy Association Section on Geriatrics.
- Lippold, C., Danesh, G., Schilgen, M., Drerup, B., & Hackenberg, L. (2006). Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *The Angle Orthodontist*, 5, 779–785.
- Löfqvist, A. (2013). Theories and models of speech production. In W. Hardcastle, J. Laver, & F.E. Gibbon (Eds.), *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., pp. 281–295). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Lopes, L. W., Lima, I. L., Almeida, L. N., Cavalcante, D. P., & de Almeida, A. A. (2012). Severity of voice disorders in children: correlations between perceptual and acoustic data. *Journal of Voice*, 26, 819.e7–819.e12.
- Lopez, H. G., Mondain, M., de la Bretèque, B. A., Serrafiero, P., Trottier, C., & Barkat-Defradas, M. (2013). Acoustic, aerodynamic, and perceptual analyses of the voice of cochlear-implemented children. *Journal of Voice*, 27, 523.e1–523.e17.
- Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Colton, R. H., Smith, P. B., & Portnay, J. E. (2012). Position of the hyoid and larynx in people with muscle tension dysphonia. *The Laryngoscope*, 122, 370–377.

- Lundon, K. M., Li, A. M., & Bibershtein, S. (1998). Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. *Spine*, 23, 1978–1985.
- MacIntyre, N. J., Bennett, L., Bonnyman, A. M., & Stratford, P. W. (2011). Optimizing reliability of digital inclinometer and flexicurve ruler measures of spine curvatures in post-menopausal women with osteoporosis of the spine: an illustration of the use of generalizability theory. *ISRN Rheumatology*, 571698.
- Mac-Thiong, J.-M., Roussouly, P., Berthonnaud, É., & Guigui, P. (2011). Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults. *European Spine Journal*, 20, S572–S577.
- Magee, D. (1992). *Orthopedic physical assessment* (2nd ed.). Philadelphia, P.A.: W.B. Saunders.
- Maia, J., Vasques, C., Lopes, V., Seabra, A., Garganta, R., Pereira, S., & Fermino, R. (2007). Fatores genéticos na variação inter-fratrias das componentes do somatótipo. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 21, 49–60.
- Malina, R. M. (2005). Variation in body composition associated with sex and ethnicity. In S. B. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. Wang, & S. Going (Eds.), *Human Body Composition* (pp. 271–298). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Marfell-Jones, M. J. (2001). The value of the skinfold - background, assumptions, cautions, and recommendations on taking and interpreting skinfold measurements. *Proceedings of the Seoul International Sport Science Congress*, 313–323.
- Maryn, Y., Corthlas, P., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P. & Deliyski, D. (2009). Perturbation measures of voice: A comparative study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61, 217–226.
- Martin, A. D., Spenst, L. F., Drinkwater, D. T., & Clarys, J. P. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 729–733.
- Mateus, M. H., Falé, I., & Freitas, M. J. (2005). *Fonética e Fonologia do Português*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Mateus, M., Brito, A., Duarte, I., Hub Faria, I., & et al. (2003). *Gramática da Língua Portuguesa*. Lisboa: Editorial Caminho.
- Mathieson, L. (2000). Normal-disordered continuum. In R. D. Kent, & M. J. Ball (Eds.), *Voice quality measurement* (pp. 1–12). San Diego: Singular Publishing Group.
- Mazariegos, M., Wang, Z. M., Gallagher, D., Baumgartner, R. N., Allison, D. B., Wang, J., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (1994). Differences between young and old females in the five levels of body composition and their relevance to the two-compartment chemical model. *Journal of Gerontology*, 49, M201–M208.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2001). *Nutrição para o desporto e o exercício*. Rio de Janeiro, Brasil: Guanabar Koogan.
- Mendes, A., & Castro, E. (2005). Análise acústica da avaliação vocal I: tarefas fonatórias e medidas acústicas. *Revista Portuguesa de ORL*, 43, 127–136.

- Milutinovic, Z. (1996). Classification of voice pathology. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 48, 301–308.
- Monteiro M. C. (1995). *Uma análise computadorizada espectrográfica dos formantes das vogais orais do Português Brasileiro falado em São Paulo* (Monografia de especialização). Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Moore, G. P. (1971). Voice disorders organically based. In L. E. Travis (Ed.), *Handbook of speech pathology and audiology* (pp. 535–569). New York, NJ: Appleton-Century-Crofts.
- Moradi, V., Maroufi, N., Bijankhan, M., Nik, T. H., Salavati, M., Jalayer, T., Yazdi, M., Ghasemi, F., Soltani, M., Naderifar, E., Mardani, N., & Akbari, M. (2014). Intrarater and interrater reliability of sagittal head posture: a novel technique performed by a physiotherapist and a speech and language pathologist. *Journal of Voice*, 28, 842.e11–842.e16.
- Morrison, M. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: how I do it. *Journal of Voice*, 11, 108–114.
- Mosculino, J. E. (2008). *Cinesiologia, o sistema do esqueleto e a função muscular*. Loures: Lusodidacta.
- Moura, S. (1996). *Efeito agudo do CPAP nasal no controle ventilatório e na capacidade de exercício de pacientes normocápnicos com síndrome de apneia do sono obstrutiva* (Doctoral dissertation). Universidade Estadual Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- Murry, T., Brown, W., & Morris, R. (1995). Patterns of fundamental frequency for three types of voice sample. *Journal of Voice*, 3, 282–289.
- Ng, J. K., Richardson, C. A., Kippers, V., & Parnianpour, M. (1998). Relationship between muscle fiber composition and functional capacity of back muscles in healthy subjects and patients with back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 27, 389–402.
- Ní Chasaide, A., & Gobl, C. (2013). Voice source variation. In W. Hardcastle, J. Laver & F.E. Gibbon (Eds.) *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., pp. 281–295). Oxford, UK: Wiley-Blackwell Publishing.
- Nobili, A., & Adversi, R. (1996). Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation. *Cranio*, 14, 274–285.
- Nobre, E. L., Jorge, Z., Macedo, A., & Castro, J. J. (2004). Tendências de peso em Portugal no final do século XX: Estudo de coorte de jovens do sexo masculino. *Acta Médica Portuguesa*, 17, 205–209.
- Ortega, J., Cassinello, N., Dorcaratto, D., & Leopaldi, E. (2009). Computerized acoustic voice analysis and subjective scaled evaluation of the voice can avoid the need for laryngoscopy after thyroid surgery. *Surgery*, 145, 265–271.
- Pace, N., & Rathbun, E. N. (1945). Studies on body composition - body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *The Journal of Biological Chemistry*, 158, 685–691.
- Padez, C. (2003). Secular trend in stature in the Portuguese population (1904-2000). *Annals of Human Biology*, 30, 262–278.
- Padez, C., Fernandes, T., Mourão, I., Moreira, P., & Rosado, V. (2004). Prevalence of obesity and overweight in 7-9-y old Portuguese children. *American Journal of Human Biology*, 16, 670–678.

- Padez, C., Mourão, I., Moreira, P., & Rosado, V. (2005). Prevalence and risk factors for overweight and obesity in Portuguese children. *Acta Paediatrica*, 94, 1550–1557.
- Parsa, V., & Jamieson, D. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Pegaroo Krook, M. I. (1988). Speaking fundamental frequency characteristics of normal Swedish subjects obtained by glottal frequency analysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 40, 82–90.
- Piccirillo, J., Painter, C., Haiduk, A., Fuller, D., & Fredrickson, J. (1998). Assessment of two objective voice function indices. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 107, 396–400.
- Pindzola, R. (1987). *A voice assessment protocol for children and adults*. Austin: Pro-Ed.
- Pinho, S. (2003). Avaliação e tratamento da voz. In S. Pinho (Ed.), *Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz* (2.^a ed., pp. 2–48). Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara-Koogan.
- Plowman, S. A. (1992). Physical activity, physical fitness, and low back pain. In J. O. Holloszy (Ed.), *Exercise and sport sciences reviews* (pp. 221–242). Baltimore, MD: Williams & Wilkins.
- Poblano-Alcalá, A., & Braun-Zawosnik, D. (2014). Differences among somatotype, body composition and energy availability in Mexican pre-competitive female gymnasts. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 533–540.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., Kupcinskis, L., & Jonaitis, L. (2006). Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. *Journal of Voice*, 20, 128–136.
- Quek, J., Pua, Y. H., Clark, R. A., & Bryant, A. L. (2013). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*, 18, 65–71.
- Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 1439–1445.
- Rico, H., Revilla, M., Gonzalez-Riola, J., Villa, L., & Buergo, M. (1993). Bone mineral content and anthropometric variables in men: a cross-sectional study in 324 normal subjects. *Clinical Rheumatology*, 12, 485–489.
- Rocabado, M. (2006). *Cabeça e Pescoço: Tratamento articular*. São Paulo, Brasil: Oclusivo.
- Rodríguez-Parra, M., Adrián, J., & Casado, J. (2009). Voice therapy used to test a basic protocol for multidimensional assessment of dysphonia. *Journal of Voice*, 23, 304–318.
- Roussouly, P., & Nnadi, C. (2010). Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European Spine Journal*, 19, 1824–1836.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Roy, N., & Bless, D. M. (2000). Personality traits and psychological factors in voice pathology: a foundation for future research. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 43, 737–748.
- Rubin, J. S., Lieberman, J., & Harris, T. M. (2000). Laryngeal manipulation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33, 1017–1034.

- Rubin, J., Blake, E., & Mathieson, L. (2007). Musculoskeletal patterns in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 21, 477–484.
- Russel, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 101–109.
- Santos, D. (2013). *Body composition in athletes: from methodology to application* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Santos, R. (2009). *Avaliação de pacientes com paralisia unilateral das pregas vocais* (Master's Thesis). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Saunders, H. D. (2008). *Saunders's digital inclinometer: user's guide*. United States: Empi Therapy Solutions.
- Schaeffer, N., & Sidavi, A. (2010). Toward a more quantitative measure to assess severity of dysphonia: preliminary observations. *Journal of Voice*, 24, 556–563.
- Scherer, K. (1987). Vocal assessment of affective disorders. In J. G. Maser (Ed.), *Depression and expressive behavior* (pp. 57–80). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Shen, W., St-Onge, M., Wang, Z., & Heymsfield, S. B. (2005). Study of body composition: an overview. In S. B. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. Wang, & S. Going (Eds.), *Human body composition* (pp. 3–14). Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Shepard, R. (1997). *Aging, physical activity and health*. Champaign: Human Kinetics.
- Silva, L. (1999). *Perturbações músculo-esqueléticas na região lombar da coluna: estudo comparativo em sujeitos idosos ativos e sedentários* (Master's thesis). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Silva, A. (2005). *Biological variability in human body composition: implication in the rules and methodology research areas* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Silvestre, I. R. (2009). *Avaliação Acústico-Perceptiva e Stress em Mulheres com Patologia Laríngea*. Departamento de Electrónica Telecomunicações e Informática (Master's thesis). Departamento de Línguas e Culturas, Secção Autónoma de Ciências da Saúde, Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Simpson, S. R. (1989). evaluation of a flexible ruler technique for measuring lumbar lordosis in the clinical assessment of low back pain. *Journal of the Society of Occupational Medicine*, 39, 25–29.
- Sim-Sim, I. (1998). *Desenvolvimento da linguagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Sinaki, M., Itoi, E., Rogers, J. W., Bergstralh, E. J., & Wahner, H. W. (1996). Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 75, 370–374.
- Singh, S. P. (2007). Somatotype and disease – a review. In V. Bhasin & M.K. Bhasin (Eds.), *Anthropology Today – Trends, Scope and Applications* (pp. 251–261). New Delhi, India: Kamla-Raj Enterprises.

- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek, & A. Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223–244). Washington, DC: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Slyper, A. (1998). Childhood obesity, adipose tissue distribution and the pediatric practitioner. *Pediatrics*, 102, e4.
- Snyder, W. S., Cook, M. J., Nasset, E. S., Karhausen, L. R., Howells, P. G., & Tipton, I. H. (1984). *Report of the Task Group on Reference Man*. Oxford: Pergamon Press.
- Sobral, F. (1985). *Curso de antropometria*. Lisboa: ISEF - CDI.
- Sobral, F., Brito, A. P., Alves, J., Fragoso, M. I., & Rodrigues, M. A. (1986). Physique, personality and strength as related with menarcheal age in college women. In T. Reilly, J. Watkins, & J. Borms (Eds.), *Kinanthropometry III* (pp. 181–184). London, UK: Spon.
- Solow, B., & Sandham, A. (2002). Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *European Journal of Orthodontics*, 24, 447–456.
- Solow, B., & Tallgren, A. (1971). Natural head position in standing subjects. *Acta Odontologica Scandinavica*, 29, 591–607.
- Speyer, R., Wieneke, G., & Dejionckere, P. (2004). Documentation of progress in voice therapy: perceptual, acoustical, and laryngoboscopic findings pretherapy and posttherapy. *Journal of Voice*, 18, 325–340.
- Stepp, C. E., Hillman, R. E., & Heaton, J. T. (2010). The impact of vocal hyperfunction on relative fundamental frequency during voicing offset and onset. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1220–1226.
- Sterkowicz-Przybycień, K. (2010). Technical diversification, body composition and somatotype of both heavy and light Polish ju-jitsukas of high level. *Science & Sports*, 25, 194–200.
- Sterkowicz-Przybycień, K. L., Sterkowicz, S., & Zarów, R. T. (2011). Somatotype, body composition and proportionality in Polish top Greco-Roman wrestlers. *Journal of Human Kinetics*, 28, 141–154.
- Stewart, A. D. (2010). Kinanthropometry and body composition: a natural home for three-dimensional phonetic scanning. *Journal of Sports Sciences*, 28, 455–457.
- Stewart, A. D., Marfell-Jones, M. J., Olds, T., & de Ridder, H. (2011). *International standards for anthropometric assessment*. Lower Hutt, New Zealand: ISAK.
- Sussman, J., & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8, 145–156.
- Teles, V., & Rosinha, A. (2008). Acoustic analysis of formants and measures of the sonorous signal disturbance in non-smoker and non-alcoholic women without vocal complaints. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 12, 523–530.
- Tillotson, K. M., & Burton, A. K. (1991). Noninvasive measurement of lumbar sagittal mobility. An assessment of the flexicurve technique. *Spine (Phila Pa 1976)*, 16, 29–33.
- Tóth, T., Michalíková, M., Bednarcíková, L., Zivcák, J., & Kneppo, P. (2014). Somatotypes in sport. *Acta Mechanica et Automatica*, 8, 27–32.

- Tuzun, C., Yorulmaz, I., Cindas, A., & Vatan, S. (1999). Low back pain and posture. *Clinical Rheumatology*, 18, 308–312.
- Valdez, J. (2002). Relações entre postura corporal e sistema estomatognático. *Jornal Brasileiro de Oclusão, ATM e Dor Orofacial*, 2(6), 155–164.
- Valis, M., Drsata, J., Kalfert, D., Semerák, P., & Kremláček, J. (2012). Computerised static posturography in neurology. *Central European Journal of Medicine*, 7, 317–322.
- Van Houtte, E., Clayes, S., D'haeseleer, E., Wuyts, F., & Van Lierde, K. (2013). An examination of surface EMG for the assessment of muscle tensio dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 177–186.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.
- Vaz Freitas, S., Pestana, P. M., Almeida, V., & Ferreira, A. (2013). Audio-perceptual evaluation of Portuguese voice disorders: an inter- and intrajudge reliability study. *Journal of Voice*, 28, 210–215.
- Venn, A., Lewis, S., Cooper, M., Hill, J., & Britton, J. (1998). Questionnaire study of effect of sex and age on the prevalence of wheeze and asthma in adolescence. *British Medical Journal*, 316, 1945–1946.
- Verdolini, K., Rosen, C., & Branski, R. (2006). *Classification Manual for Voice Disorders - I*. New Jersey, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento* (2.^a ed.). Cruz Quebrada: FMH Edições.
- Vieira, V., Biase, N., & Pontes, P. (2006). Análise acústica e perceptiva auditiva versus coaptação glótica em alteração estrutural mínima. *Acta ORL/Técnicas em Otorrinolaringologia*, 24, 174–180.
- Visscher, C., De Boer, W., Lobbezoo, F., Habets, L., & Naeije, M. (2002). Is there a relationship between head posture and craniomandibular pain? *Journal of Oral Rehabilitation*, 29, 1030–1036.
- Wang, H.-J., Giambini, H., Zhang, W.-J., Ye, G.-H., Zhao, C., An, K.-N., Li, Y. K., Lan, W. R., Li, J. Y., Jiang, X. S., Zou, Q. L., Zhang, X. Y., & Chen, C. (2012). A modified sagittal spine postural classification and its relationships to deformities and spinal mobility in a Chinese osteoporotic population. *PLOS One*, 7, e38560.
- Wang, Z. M., Heshka, S., Pierson, R. N., & Heymsfield, S. B. (1995). Systematic organization of body composition methodology: overview with emphasis on component-based methods. *American Journal Clinical Nutrition*, 61, 457–465.
- Wang, Z. M., Heymsfield, S. B., & Pierson Jr., R. N. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *The American Society for Clinical Nutrition*, 56, 19–28.
- Wang, Z., Wang, Z. M., & Heymsfield, S. B. (1999). History of the study of human body composition: A brief review. *American Journal of Human Biology*, 11, 157–165.
- WHO. (Maio de 2014). *Obesity and overweight*. Obtido em 29 de julho de 2014, de World Health Organization: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>
- Wilmore, J., & Costill, D. (2001). *Fisiologia do Esporte e do Exercício* (2^a ed.). São Paulo, Brasil: Editora Manole.

- Wilson, E. L., Madigan, M. L., Davidson, B. S., & Nussbaum, M. A. (2005). Postural strategy changes with fatigue of the lumbar extensor muscles. *Gait & Posture*, 23, 348–354.
- Withers, R. T., Laforgia, J., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Pillans, R. K. (1996). Two, three and four-compartment chemical models of body composition analysis. In K. Norton, & T. Olds (Eds.), *Anthropometrika* (pp. 199–205). Australia: UNSW Press.
- Wolfe, V., & Martin, D. (1997). Acoustic correlates of dysphonia: type and severity. *Journal of Communication Disorders*, 30, 403–416.
- Wuyts, F. L., De Bodt, M. S., & Van de Heyning, P. H. (1999). Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *Journal of Voice*, 13, 508–517.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis, J., & Giovanni, A. (2001). Objective voice analysis for dysphonic patients: a multiparametric including acoustic and aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 15, 529–542.
- Zitta, S. M. (2005). *Análise perceptivo-auditiva e acústica em mulheres com nódulos vocais*. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (Master's thesis). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Zonnenberg, A., van Maanem, C., Elvers, J., & Ostendorp, R. (1996). Intra/interrater reliability of measurements on body posture photographs. *Journal of Craniomandibular Practice*, 14, 326–331.
- Zraick, R. I., Wendel, K., & Smith-Olinde, L. (2005). The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *Journal of Voice*, 19, 574–581.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA GERAL

Os objetivos deste trabalho remeteram para a necessidade de se organizar e estruturar a investigação em experiências distintas, que permitissem dar resposta às questões de investigação levantadas. Ao se pretender estudar duas grandes dimensões da morfologia corporal – composição corporal e postura – os procedimentos experimentais e a análise consequente tiveram de ser definidos e tratados separadamente. Adicionalmente, o estudo da qualidade vocal também foi realizado atendendo à amostra no seu todo e, depois, atendendo à sua categorização enquanto falantes normais e disfónicos. Assim, ao longo do presente trabalho são apresentados os seguintes estudos:

- Estudo I: Relação entre composição corporal, somatótipo e qualidade vocal;
- Estudo II: Composição corporal e somatótipo de falantes adultos normais e disfónicos;
- Estudo III: Efeitos do alinhamento sagital da postura corporal na produção de fala;
- Estudo IV: Alinhamento sagital da postura corporal em falantes adultos normais e disfónicos.

Uma breve descrição dos métodos usados para o desenvolvimento destes estudos é apresentada neste Capítulo. Primeiro, é descrita a amostra e, seguidamente, é descrito o protocolo do estudo. Por último, descreve-se a análise estatística realizada.

2.1. Desenho do estudo e amostra

Para o desenvolvimento dos quatro estudos de corte transversal, foi solicitada previamente aprovação ética para o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos. Essa aprovação formal foi obtida pela Comissão de Ética do Hospital Santa Maria/Centro Hospitalar Lisboa Norte. Além disso, também foi obtida aprovação formal por parte do Conselho de Administração do Hospital Santa Maria/Centro Hospitalar Lisboa Norte (Anexo I).

2.1.1. Participantes

Os potenciais participantes nos estudos deste trabalho foram, na sua maioria, recrutados durante a semana de rastreios do Dia Mundial da Voz do ano 2012, no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação, do Hospital de Santa Maria, Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa. Posteriormente, outros participantes foram recrutados, nomeadamente da Escola Superior de Saúde, do Instituto Politécnico de Leiria, da Faculdade de Medicina, da Universidade de Lisboa, entre outros voluntários. O recrutamento e

avaliação dos participantes foram realizados durante um período de sete meses (de março a setembro de 2012).

Como critérios de inclusão, definiram-se os seguintes: (a) idade entre os 20 e 50 anos, (b) caucasianos, (c) PE como língua materna, (d) ausência de alterações funcionais respiratórias e (e) assinatura do consentimento informado. A faixa etária escolhida para a amostra pretendeu excluir todos os indivíduos em processo de crescimento morfológico e de maturação vocal, na menopausa e com um claro declínio nas suas competências morfológicas e vocais resultantes do processo de envelhecimento. Por sua vez, como critérios de exclusão, traçaram-se os seguidamente apresentados: (a) indivíduos com doença músculo-esquelética, (b) com alterações crânio-faciais, (c) com trauma ortopédico, (d) com valores de espirometria alterados, (e) com doenças neurológicas, (f) com cicatrizes no pescoço devido a cirurgia, (g) que tenham sofrido radioterapia ou trauma e (h) com histórico de cirurgia laríngea.

Antes da avaliação, foi fornecida a cada indivíduo uma explicação verbal sobre os objetivos dos estudos e os procedimentos experimentais a realizar. Se esse indivíduo concordasse em participar, era-lhe fornecido o documento de consentimento para que assinasse (Apêndice I).

Dos 91 indivíduos avaliados, resultou uma amostra de conveniência que reunia os participantes que cumpriam todos os critérios de inclusão e não evidenciavam qualquer critério de exclusão: 72 falantes no primeiro e segundo estudos, 74 falantes no terceiro e quarto estudos. No segundo e quarto estudos, os participantes foram classificados em dois grupos: falantes normais ou disfônicos. Esta classificação foi feita com base na sua qualidade vocal. A Figura 4 mostra a seleção dos participantes para integração nos estudos. Na Tabela 19, estão resumidas as características amostrais básicas de cada um dos estudos. A dimensão da amostra, embora tenha sido previamente avaliada estatisticamente, foi igualmente concebida tendo em conta as restrições existentes ao nível de tempo e de orçamento disponível.

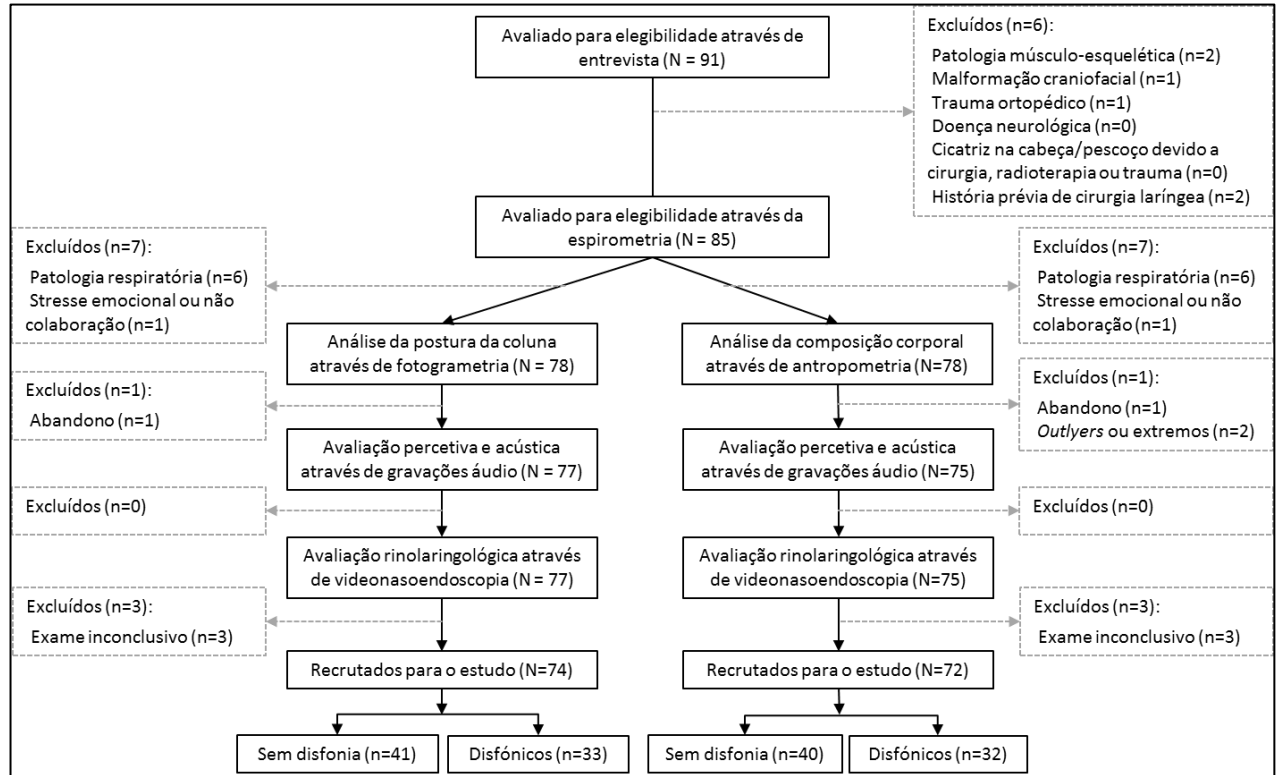


Figura 4. Seleção dos participantes elegíveis para integração nos estudos.

Tabela 19. Caracterização da amostra e do desenho de cada um dos quatro estudos desenvolvidos.

Estudo	Amostra	Sexo	Idade (M±DP)	Situação clínica	Idade (M±DP)	Sexo
I (Capítulo 3)	N = 72	Fem. = 37 (48,61%)	32,14±10,65	-	-	-
		Masc. = 35 (31,74%)	32,43±9,94	-	-	-
II (Capítulo 4)	N = 72	Fem. = 37 (48,61%)	32,14±10,65	Falantes normais = 40	31,12±9,64	Fem. = 18 Masc. = 22
		Masc. = 35 (31,74%)	32,43±9,94	Falantes disfónicos = 32	33,72±10,92	Fem. = 19 Masc. = 13
III (Capítulo 5)	N = 74	Fem. = 39 (52,70%)	31,74±10,52	-	-	-
		Masc. = 35 (47,30%)	32,43±9,94	-	-	-
IV (Capítulo 6)	N = 74	Fem. = 39 (52,70%)	31,74±10,52	Falantes normais = 41	31,02±9,54	Fem. = 19 Masc. = 22
		Masc. = 35 (47,30%)	32,43±9,94	Falantes disfónicos = 33	33,36±10,94	Fem. = 20 Masc. = 13

Notas. N = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão; Fem. = feminino; Masc. = masculino.

A Tabela 20 fornece informação demográfica relativa aos indivíduos que compõem as amostras dos estudos I e II. Relativamente à amostra dos estudos III e IV, a informação contida na Tabela 21 pretende caracterizar demograficamente os indivíduos que a integram.

Tabela 20. Medidas descritivas das variáveis demográficas relativas aos indivíduos dos estudos I e II, de acordo com o sexo (N = 72).

Características		Masculino		Feminino	
		n (%)	M (DP)	n (%)	M (DP)
Sexo		35 (48,61)		37 (51,39)	
Idade (anos)			32,43 (9,94)		32,14 (10,65)
Estatuta (cm)			174,65 (6,65)		161,74 (5,40)
Peso (kg)			74,40 (13,43)		58,34 (10,01)
Nível de escolaridade	Ensino básico	6 (17,14)		3 (8,11)	
	Ensino secundário	18 (51,43)		18 (48,65)	
	Ensino superior	11 (31,43)		16 (43,24)	
Caracterização dentária	Sem alteração	32 (91,43)		26 (70,27)	
	Aparelho ortodôntico	0 (0,00)		3 (8,11)	
	Contenção ortodôntica fixa	1 (2,86)		1 (2,70)	
	Prótese dentária	2 (5,71)		7 (18,92)	
Fumador	Não	20 (57,14)		32 (81,08)	
	Sim	15 (42,86)		7 (18,92)	

Notas. n = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão.

Tabela 21. Medidas descritivas das variáveis demográficas relativas aos indivíduos dos estudos III e IV, de acordo com o sexo (N = 74).

Características		Masculino		Feminino	
		n (%)	M (DP)	n (%)	M (DP)
Sexo		35 (47,30)		39 (52,70)	
Idade (anos)			32,43 (9,94)		31,74 (10,52)
Estatuta (cm)			174,65 (6,65)		158,89 (17,13)
Peso (kg)			74,40 (13,43)		59,78 (11,66)
Nível de escolaridade	Ensino básico	6 (17,14)		3 (7,69)	
	Ensino secundário	18 (51,43)		19 (48,72)	
	Ensino superior	11 (31,43)		17 (43,59)	
Caracterização dentária	Sem alteração	32 (91,43)		28 (71,79)	
	Aparelho ortodôntico	0 (0,00)		3 (7,69)	
	Contenção ortodôntica fixa	1 (2,86)		1 (2,56)	
	Prótese dentária	2 (5,71)		7 (17,95)	
Fumador	Não	20 (57,14)		32 (82,05)	
	Sim	15 (42,86)		7 (17,95)	

Notas. n = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão.

2.1.2. Procedimentos experimentais

Todos os indivíduos, após avaliação de elegibilidade através de uma entrevista (Apêndice II) e de uma espirometria (pelo Departamento de Pulmonologia), foram submetidos a avaliação da qualidade vocal (através de análise acústico-percetiva e avaliação otorrinolaringológica), análise da composição corporal (através de antropometria) e avaliação da postura (através da fotogrametria digital). Seguidamente serão explorados cada um destes procedimentos.

2.1.2.1. Avaliação da produção vocal

Nos estudos I e III (Capítulos 3 e 5 respetivamente) pretendeu-se analisar a produção vocal, com recurso unicamente à análise acústica. As variáveis de produção estudadas foram: F0, DP F0, F1, F2, F3, F4 (em Hz), intensidade (em dB), *jitter local* (em %), *shimmer local* (em %) e HNR (em dB). Por sua vez, nos estudos II e IV (Capítulos 4 e 6) pretendeu-se verificar diferenças entre aqueles indivíduos que não apresentavam patologia vocal (falantes normais) e aqueles que eram disfónicos. Assim, os procedimentos metodológicos desenvolvidos nestes estudos, ao nível da avaliação de produção, tiveram como intuito a classificação dos indivíduos nesses dois grupos.

Seguidamente, apresenta-se informação detalhada quanto à recolha das gravações e às avaliações realizadas: somente acústica nos estudos I e III, percetivo-acústica e otorrinolaringológica nos estudos II e IV.

Corpus

O sinal acústico, posteriormente analisado, foi obtido por um Marantz PMD660 (Kanagawa, Japan) com um microfone condensador unidirecional Beyerdynamic TG H74c XLR (Heilbronn, Germany), numa cabine Faraday. O microfone foi posicionado lateralmente à boca, mantendo uma distância constante de 5 cm para todos os indivíduos. O *corpus* foi recolhido com uma frequência de amostragem de 44100 Hz, com 16 bits, em mono e num formato não comprimido (PCM.WAV). Durante as gravações, os falantes estavam de pé, mantendo a sua postura usual, o mais natural possível, o que permitiu que revelassem características vocais que não fossem influenciadas por adaptações posturais. Os falantes foram orientados no sentido de produzirem sequências com base em cinco comportamentos vocais distintos: a fonação sustentada das vogais [a], [i], [u], leitura oral e conversação. Estes comportamentos vocais foram realizados num tom e nível de intensidade confortáveis (Parsa & Jamieson, 2001). Foram recolhidos dois *corpora* para cada vogal, sendo posteriormente selecionada a amostra mais representativa (do tom natural e da intensidade habitualmente usada pelo falante em causa) para a análise acústica (Parsa & Jamieson, 2001).

A análise acústica das vogais em posições extremas do triângulo vocálico foi utilizada no âmbito deste trabalho por várias razões:

(a) são as vogais frequentemente utilizadas no julgamento acústico de qualidade vocal (tal como apresentado no enquadramento teórico), permitindo a comparação entre estudos e a repetição de estudos (Eadie & Doyle, 2005);

(b) as vogais sustentadas representam um comportamento estável do fenómeno de fonação, relevante para a avaliação da estabilidade laríngea (Baken & Orlikoff, 2000; Colton et al., 2010; Guimarães, 2002; Guimarães, 2007; Guimarães & Abberton, 2005);

(c) este comportamento vocal não envolve a possível influência da velocidade da fala, da articulação (Eadie & Doyle, 2005), de fatores linguísticos segmentais e suprasegmentais, sobretudo ao nível da transição de vogais para consoantes e de consoantes para vogais (Gobl & Karlsson, 1991; Löfqvist & McGowan, 1991);

(d) estas três vogais correspondem às posições extremas do sistema fonético vocálico do PE, representando as dimensões altura, avanço/recuo do dorso da língua e arredondamento labial (Guimarães & Abberton, 2005; Ladefoged & Johnson, 2011).

Atendendo às características dimensionais e configuracionais da cavidade oral para a produção de [a], [i] e [u], esta seleção parece ser fundamental no âmbito dos objetivos traçados.

A fala encadeada é analisada no âmbito da caracterização da qualidade vocal dos falantes na medida em que representa, de uma forma mais fiel e fidedigna, o tom e as suas variações habituais (Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães, 2002). A conversação baseia-se numa imagem de ação que permite amostras de fala espontâneas e, obviamente, num tom mais habitual (Baken & Orlikoff, 2000). Neste sentido, pediu-se aos indivíduos para analisarem a situação ilustrada na imagem ‘O ladrão de biscoitos’ (Goodglass & Kaplan, 1972) e para a descreverem (Zraick et al., 2005). A adoção deste procedimento teve como razões principais não depender de competências leitoras, ser uma tarefa fácil para os indivíduos e proporcionar uma dimensão de amostra adequada aos requisitos analíticos do sistema de medição, requisito este nem sempre facilmente conseguido em tarefas de conversação (Bele, 2005; Brinca et al., 2013; Dogan et al., 2007; Eadie & Doyle, 2005; Guimarães & Abberton, 2005; Parsa & Jamieson, 2001; Pribuisiene et al., 2006; Schaeffer & Sidavi, 2010; Wuyts et al., 1999; Zraick et al., 2005). Por sua vez, a leitura tem a vantagem de fornecer amostras de fala uniformes (com o mesmo conteúdo linguístico), úteis na comparação entre estudos (Guimarães, 2002). O texto considerado é a versão portuguesa de ‘A História do Rato Artur’ (Abercombrie, 1967), experimentada, pré-testada e testada por Guimarães (2002) e Guimarães e Abberton (2005). Este texto é de fácil leitura, tem incluídas amostras de discurso direto e de narrativa, permitindo o registo da gama de variação de F0 do falante, e fornece uma dimensão de amostra adequada (pelo menos dois minutos) à análise acústica (Guimarães, 2002). A leitura em voz alta apresenta também algumas desvantagens, pois está dependente do nível de alfabetização do leitor e de competências visuais. Assim, deu-se oportunidade aos indivíduos para lerem uma vez o texto antes de proceder à gravação da leitura em voz alta. Além disso, foram disponibilizadas vários formatos do texto, com tamanhos de letra distintos e com espaçamento entre linhas múltiplo

para se ir de encontro às necessidades de cada indivíduo, essencial a uma adequada e confortável prestação na tarefa de leitura oral.

Para o desenvolvimento dos objetivos da presente Tese, apenas o *corpus* relativo às vogais sustentadas é analisado nos estudos I e III. Por seu turno, a fonação sustentada bem como as tarefas de fala encadeada são consideradas para efeitos de diagnóstico de disfonia, no âmbito do desenvolvimento dos estudos II e IV, conforme desenvolvido seguidamente. Estas decisões prenderam-se com o facto de ser fundamental a análise individualizada das medidas acústicas para cada comportamento vocal (cada um dos segmentos vocálicos), pois cada comportamento evidencia uma dinâmica laríngea e do trato vocal particular. Assim, considerou-se que o seu tratamento como um todo implicaria perda de informação e que seria difícil a sua análise estatística e interpretação das informações de uma forma adequada se não se tivesse tomado estas opções.

Diagnóstico de disfonia

Para se assegurar um julgamento adequado da qualidade vocal dos falantes, consideraram-se dados provenientes da entrevista (inicialmente usada para a avaliação de elegibilidade para participação neste estudo), da nasoendoscopia assim como da avaliação perceptiva e acústica. Os participantes foram classificados como falantes normais ou disfónicos (nos estudos II e IV) de acordo com os critérios descritos por Guimarães e Abberton (2005). Foi considerada a presença de perturbação vocal ou disfonia quando um falante tinha: (a) queixas vocais por mais do que 15 dias, (b) evidência de lesão estrutural e/ou (c) alterações na dinâmica da laringe que eram refletidas perceptiva e acusticamente. Consequentemente, um falante era classificado como disfónico quando evidenciava duas ou mais destas condições. Considerou-se, ainda, que queixas vocais eram problemas vocais permanentes ou frequentes não relacionados com patologias do trato respiratório ou com situações alérgicas (Guimarães & Abberton, 2005).

Avaliação Otorrinolaringológica

A análise da voz falada realizada pelo médico Otorrinolaringologista foi baseada no Exame Laríngeo proposto por Sataloff (2005). Durante a avaliação do fenómeno vocal, a nasoendoscopia foi usada para se obter um comportamento de fala mais natural e também permitiu a avaliação das vias aéreas superiores, cruciais para a qualidade vocal. Para a recolha dos registos nasoendoscópicos, foi solicitada a cada participante a fonação sustentada do segmento vocálico [i] com um *pitch* crescente, frases padronizadas e respiração tranquila (Lowell et al., 2012). As frases avaliadas diziam respeito à resposta às perguntas formuladas pelo médico otorrinolaringologista (nome completo, data de nascimento, data e local da

realização do exame). Para este procedimento avaliativo foi utilizado o seguinte equipamento: Olympus OTV – SI Digital Processor Enf Type V2 Pal (Olympus, Auckland, New Zealand), com um gravador DVD Sony DVO – 1000 MD (Sony Corporation, Tokyo, Japan). A gravação áudio da fala dos participantes durante o exame nasoendoscópico foi realizada com um microfone Sennheiser EW 100 G2 (Wedemark, Germany).

A nasoendoscopia foi intencionalmente efetuada após as gravações áudio referidas na secção anterior, para posterior análise acústica, com o intuito de se evitar a possível sensação desagradável que a nasoendoscopia causa na cavidade nasal e faringe, durante as gravações de fala.

Avaliação Acústica

Recorreu-se ao *software* Praat, v5.3.23 (Boersma & Weenink, 2012). Os parâmetros acústicos foram obtidos de uma forma automática através da porção do sinal selecionado (1,5 s), representando valores médios. Para a análise das vogais sustentadas só foi considerada a porção média, a qual corresponde à porção mais estável do sinal (Eadie & Doyle, 2005) – uma porção com contornos formânticos tendencialmente planos e estáveis (González, 2004). A F0 foi extraída através de um método de correlação cruzada (*cross correlation method*) aconselhado por Boersma e Weenink (2012) e Escudero et al. (2009). Para analisar os valores dos formantes, o *software* Praat foi parameterizado para procurar os cinco primeiros formantes na gama 50 Hz a 5500 Hz. Foram extraídos os quatro primeiros formantes usando uma janela espectral calculada através da Transformada Rápida de Fourier (em inglês *Fast Fourier Transform* ou FFT), de 0,05 segundos. F1 e F2 foram determinados segundo o algoritmo Burg, através do Praat (Escudero et al., 2009).

No âmbito dos estudos I e III (Capítulos 3 e 5 respetivamente), foram analisados os seguintes parâmetros físicos no *software* Praat: F0, DP F0, F1, F2, F3, F4 (em Hz), intensidade do sinal acústico (em dB), *jitter local* (em %), *shimmer local* (em %) e HNR (em dB) (Brockmann et al., 2011; Eadie & Doyle, 2005; Guimarães, 2007; Teles & Rosinha, 2008).

Por sua vez, nos estudos II e IV (Capítulos 4 e 6 respetivamente), a F0 (em Hz), o *jitter local* (em %), a *intensidade* do sinal acústico (em dB), o *shimmer local* (em %) e o HNR (em dB) foram as cinco variáveis consideradas para a decisão relativa à classificação nos grupos: normal *versus* disfónico. Os valores de referência relativos aos parâmetros acústicos (F0, *jitter*, intensidade, *shimmer* e HNR) usados para auxiliar na determinação do diagnóstico foram aqueles obtidos por Behlau et al. (2001), Guimarães e Abberton (2005) e Mendes e Castro (2005). Como referência de valores relativos aos parâmetros *jitter* e *shimmer*, no decorrer desta investigação, consideraram-se valores de estudos para o Português Brasileiro, atendendo às

idades estudadas e aos dois sexos (Behlau et al., 2001). Na literatura, os parâmetros *jitter*, *shimmer* e “ruído” são os parâmetros acústicas mais frequentemente relacionados com parâmetros perceptivos e com a voz disfônica, razão porque se analisaram estes parâmetros (Butha et al., 2004; Yiu, Worrall, Longland & Mitchell, 2000).

Avaliação Perceptiva

Para a avaliação perceptiva foi usada a escala GRBAS (Hirano, 1981). Um falante que tivesse obtido uma pontuação ≥ 1 no parâmetro *Grade* da escala GRBAS, foi considerado como tendo provavelmente alterações na dinâmica da laringe, cujas alterações foram refletidas perceptualmente. O valor de referência relativo ao parâmetro perceptivo usado para determinar o diagnóstico esteve de acordo com Hirano (1981). Perceptivamente, a qualidade vocal foi julgada apenas como auxílio à determinação do diagnóstico de disfonia, conforme mencionado nos Capítulos 3 e 5. Para tal, adotou-se apenas o parâmetro *Grade* da escala GRBAS (Hakkestee et al., 2008; Lopez, et al., 2013; Schaeffer & Sidavi, 2010; Yu et al., 2001).

Os parâmetros de rugosidade, soprosidade, astenia e tensão não foram considerados na classificação normal *versus* disfônico na medida em que se pretendia apenas um julgamento global de qualidade vocal, a qual complementasse a avaliação otorrinolaringológica e a análise acústica, não se pretendendo uma caracterização de qualidade vocal com base nesses parâmetros áudio-perceptivos.

Para se assegurar a precisão e a validade da avaliação perceptiva (e também acústica), utilizaram-se definições e terminologia não ambígua assim como três comportamentos vocais e um avaliador experiente, bem treinado para a metodologia adotada. A análise áudio-perceptiva da voz foi realizada por uma terapeuta da fala.

2.1.2.2. Avaliação da composição corporal

São várias as propriedades e componentes corporais que parecem ter um importante papel na compreensão da influência de características anátomo-fisiológicas na qualidade vocal. Nos estudos I e II, analisaram-se as seguintes variáveis: IMC, MG, %MG, MLG, componentes de endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo. Adotou-se a antropometria e o modelo de dois compartimentos para obtenção das medidas de composição corporal.

Avaliação Antropométrica

Todas as medidas foram obtidas de acordo com as técnicas padronizadas ISAK. As medições foram executadas sempre pelo mesmo avaliador – um antropometrista acreditado pelo ISAK. O *technical error of measurement* (TEM) foi inferior a 5% para as pregas adiposas e

inferior a 1% para as outras medições. As medidas antropométricas incluíram: estatura e altura sentada (ambas em centímetros) e MC (quilogramas) (Martin et al., 1990); oito pregas adiposas (milímetros) nomeadamente, tricipital, subescapular, bicipital, iliocrystal, supraespal, abdominal, crural, geminal; quatro medidas de perímetros (centímetros) nomeadamente, braço sem contração, braço com contração, torácico, geminal (max); um comprimento (centímetros) o qual acromiale-dactylion; e oito diâmetros (centímetros) nomeadamente, biacromial, biiliocrystal, tóraco-transverso, tóraco-sagital (anterior-posterior), bicôndilo-umeral, estilíolo-ulnar, bicôndilo femoral e bimalleolar. A folha de registo utilizada encontra-se no Apêndice III.

Todos os instrumentos utilizados foram calibrados antes de sua utilização. Assim, para se medir a estatura e a altura sentada foi usado um antropómetro portátil (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008), calibrado sensivelmente a 0,1 cm. Para a avaliação da MC total foi usada uma balança (Body Mass Scale Vogel & Halke – Germany – Secca model 761 7019009, 2006), permitindo uma precisão de 0,5 kg. Para os diâmetros e os comprimentos foram usados compassos de correção, grande e pequeno (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008), enquanto que para as pregas adiposas foi utilizado um adipómetro (Skinfold caliper Rosscraft Slim Guide 2001), permitindo leituras até décimos de milímetro e estando as extremidades a uma pressão de 10 mg/cm². Por sua vez, para as circunferências, foi usada uma fita métrica (Rosscraft Anthropometric Tape) com escala de milímetros. Os indivíduos foram orientados no sentido de se descalçarem e de manterem apenas a roupa interior durante as medições antropométricas.

Medidas Básicas:

Estatura. É a distância do vértex (ponto superior da cabeça) ao solo. O indivíduo manteve-se na posição antropométrica sobre uma superfície lisa, descalço e perpendicular ao antropómetro. Os calcanhares estavam juntos, as extremidades dos pés naturalmente afastadas e o peso distribuído sobre ambos os pés. A cabeça estava orientada segundo o plano de Frankfurt. Para auxiliar a adoção da posição ereta, foi aplicada uma ligeira pressão lombar com a mão direita para correção da curvatura da coluna, com uma ligeira tração na zona cervical. De seguida, foi executada uma ligeira compressão da haste do antropómetro sobre o vértex, colocando-se os dedos indicadores e polegares de cada lado da haste. O indivíduo era orientado no sentido de realizar uma inspiração profunda (Fragoso & Vieira, 2014).

Altura sentada. É a distância vértico-isquiática. O indivíduo estava sentado numa caixa antropométrica, com os joelhos direcionados para a frente mas sem a zona posterior da perna em contacto com a borda da caixa. A cabeça estava orientada segundo o plano de Frankfurt, com as mãos por cima das coxas. Os procedimentos de medição são semelhantes aos descritos para a medida anterior (Fragoso & Vieira, 2014).

Massa Corporal. É a massa total do corpo humano. Para a sua obtenção, o indivíduo estava descalço e com roupas leves. O indivíduo manteve-se em posição bípede no centro da plataforma da balança, com o peso distribuído sobre ambos os pés, os membros superiores pendentes ao longo do tronco e a olhar em frente (Fragoso & Vieira, 2014).

Perímetros:

Braço sem contração. É a circunferência obtida sobre o ponto mid-acromiale-radiale, perpendicularmente ao eixo longitudinal do segmento. O indivíduo avaliado permaneceu na posição bípede, mantendo os membros superiores pendentes ao longo do tronco. Pediu-se ao indivíduo que fizesse uma ligeira abdução do braço direito de modo a facilitar a colocação da fita métrica (Fragoso & Vieira, 2014).

Braço com contração. É a circunferência obtida na zona de maior volume do músculo bicipital no momento de uma contração máxima. O indivíduo permaneceu na posição bípede, com o membro superior esquerdo pendente ao longo do tronco e o membro superior direito em elevação superior e anterior, com o antebraço em supinação e fletido sobre o braço num ângulo entre os 45° e os 90°. O avaliado colocou-se do lado de fora e à direita do indivíduo, o qual realizou uma ligeira contração braquial de forma a localizar-se com mais facilidade a zona de maior volume do músculo. A fita foi colocada em torno do segmento de forma a que o zero ficasse na face lateral externa do braço. Depois pediu-se ao indivíduo que fizesse uma contração máxima. Nos casos em que não se identificava nenhuma zona de maior volume do músculo bicipital, esta medida foi tirada ao nível do ponto mid-acromiale-radiale (Fragoso & Vieira, 2014).

Torácico. É a circunferência obtida ao nível do ponto mesoesternale. O indivíduo manteve-se na posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco mas em ligeira abdução. O avaliador colocou-se no lado direito do indivíduo, o qual elevou os membros superiores até à horizontal para facilitar a colocação da fita métrica, voltando em seguida a baixá-los até à posição inicial. A fita foi ligeiramente ajustada para ficar o mais horizontal possível, sem pressionar demasiado a pele. A medida foi obtida ao fim de uma expiração normal (Fragoso & Vieira, 2014).

Geminal. É a medida obtida na zona de maior volume geminal. O indivíduo manteve-se na posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco, os membros inferiores ligeiramente afastados e o peso igualmente distribuído pelos dois pés. Permaneceu em cima de uma caixa antropométrica. O avaliador posicionou-se lateralmente em relação ao indivíduo e colocou a fita métrica no plano horizontal, perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna (Fragoso & Vieira, 2014).

Pregas adiposas:

Tricipital. É uma prega adiposa vertical tirada ao nível do ponto mid-acromiale radiale, sobre o músculo tricipital. O indivíduo a avaliar manteve-se na posição bípede, com o membro superior esquerdo ao longo do tronco e o membro superior direito relaxado, com a articulação do ombro rodada externamente para a posição de semi-pronação e o cotovelo em extensão ao lado do corpo. A prega foi tirada paralelamente ao eixo longitudinal do segmento (Fragoso & Vieira, 2014).

Bicipital. É uma prega vertical tirada ao nível do ponto mid-acromiale-radiale, sobre o músculo bicipital. O indivíduo manteve-se na posição bípede, com o membro superior esquerdo pendente ao longo do tronco e o membro superior direito relaxado, com a articulação do ombro rodada externamente para a posição de semi-pronação e o cotovelo em extensão ao lado do corpo. A prega foi obtida paralelamente ao eixo vertical do segmento (Fragoso & Vieira, 2014).

Subescapular. É uma prega oblíqua (sensivelmente 45°) de cima para baixo e de dentro para fora, cerca de 2 cm abaixo do ponto subescapulare. O indivíduo permaneceu na posição bípede, com os membros superiores relaxados e pendentes ao longo do corpo (Fragoso & Vieira, 2014).

Iliocristal. É uma prega adiposa ligeiramente oblíqua, tirada de cima para baixo e de fora para dentro acima do ponto iliocristale. O indivíduo manteve-se na posição bípede, com o membro superior esquerdo pendente ao longo do tronco e o membro superior direito em abdução horizontal ou ligeiramente puxado para trás (Fragoso & Vieira, 2014).

Supraespinal. É uma prega tirada obliquamente (sensivelmente 45°) de cima para baixo e de fora para dentro, sobre um ponto que fica na interceção da linha que vai desde a marca do ponto iliospinale até ao bordo anterior da axila com a linha horizontal traçada ao nível do ponto iliocristale. O indivíduo manteve-se em posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco (Fragoso & Vieira, 2014).

Abdominal. É uma prega vertical tirada entre a linha de Spiegel e o sulco mediano, cerca de 5 cm para a direita do ponto omphalion (cicatriz umbilical), nos indivíduos com alturas próximas de 170 cm. Nos outros indivíduos, foi utilizada a fórmula $5 \times 170/\text{Estatura}$. O indivíduo permaneceu na posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco (Fragoso & Vieira, 2014).

Crural. É uma prega vertical tirada paralelamente ao eixo longitudinal do segmento, a meia distância entre a inguinal e o ponto patelar anterior. Sendo difícil destacar esta prega, foram utilizados um de três métodos descritos seguidamente: (a) O avaliador colocou-se do lado direito do indivíduo e destacou a prega com a mão esquerda. O indivíduo sentou-se na ponta do banco antropométrico, estendeu o membro à frente, os braços pendentes lateralmente com as mãos colocadas por baixo da coxa, levantando-a para diminuir a tensão da pele; (b) Quando as

pregas eram muito grandes, pedia-se ao indivíduo para agarrar (à distância de 6 cm de referência) com as duas mãos a prega; ou (c) Quando não se conseguia medir a prega com o membro inferior fletido, pedia-se ao indivíduo para estender o membro, colocando o calcanhar apoiado num banco, tornando-se mais fácil destacar a prega. Os dois métodos anteriores eram realizados com o indivíduo na posição bípede, com o pé apoiado numa caixa antropométrica (Fragoso & Vieira, 2014).

Geminal. É uma prega vertical obtida na zona de maior volume dos gêmeos e na face interna da perna, paralelamente ao eixo longitudinal do segmento. O indivíduo permaneceu na posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco e o pé direito sobre a caixa antropométrica, de maneira a que a coxa e a perna fizessem um ângulo reto (Fragoso & Vieira, 2014).

Comprimento:

Acromiale-Dactylion. É a distância medida em linha reta entre o ponto acromiale e o ponto dactylion, representando o comprimento do membro superior. O indivíduo manteve-se na posição bípede relaxada, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco e a mão direita com os dedos juntos e esticados. A haste fixa do compasso de barras foi colocada sobre o ponto acromiale e a haste móvel foi transporatada até ao ponto dactylion (Fragoso & Vieira, 2014).

Diâmetros:

Biacromial. É a distância entre as projeções mais laterais dos acrómios (imediatamente abaixo das marcas dos pontos acromiais). O indivíduo a avaliar manteve-se na posição antropométrica, com os braços pendentes ao longo do tronco e os ombros na posição natural. Seguidamente, foram marcados os pontos acromiais. O avaliador devia posicionar-se, de preferência, por trás do indivíduo para a execução da medida. O compasso pode ser colocado na horizontal ou ligeiramente inclinado, formando um ângulo de aproximadamente 30° em relação ao plano horizontal. As hastes do compasso pressionavam ligeiramente os pontos acromiais (Fragoso & Vieira, 2014).

Tóraco-transverso. É a distância entre os pontos mais laterais do tórax, ao nível do ponto mesoesternale. O indivíduo manteve-se na posição bípede ou sentado, com os braços ligeiramente em abdução para facilitar a mensuração com o compasso, cujas hastes ficavam sobre as costelas ao nível do ponto mesoesternale. O avaliador situava-se de frente ao indivíduo, colocando o compasso aproximadamente a 30° em relação ao plano horizontal (as hastes a apontar para baixo). A medida foi obtida ao fim de uma expiração normal (Fragoso & Vieira, 2014).

Tóraco-sagital (anterior-posterior). É a distância entre o ponto mesoesternale e a apófise espinhosa situada ao mesmo nível, num plano paralelo ao solo, e no ponto de maior projeção posterior. O indivíduo encontrava-se na posição antropométrica, com os membros pendentes ao longo do tronco, ou na posição sentada, com o tronco ereto e as mãos sobre as coxas. O avaliador posicionava-se lateralmente ao indivíduo. Para a localização da apófise espinhosa, o avaliador colocava o dedo indicador direito sobre o ponto mesoesternale e procurava, em seguida, o outro ao mesmo nível, na parte posterior do tronco. A medida foi obtida ao fim de uma expiração normal (Fragoso & Vieira, 2014).

Biiliocrystal. É a distância entre as projeções mais laterais dos pontos iliocristais (imediatamente abaixo das marcas dos pontos iliocristais). Para a localização dos pontos iliocristais, o indivíduo encontrava-se na posição bípede, com os membros superiores pendentes ou cruzados sobre o peito, e o avaliador posicionava-se à frente do avaliado. O avaliador colocava o compasso com uma inclinação de aproximadamente 45°, com as hastes a apontar para cima, pressionando o compasso para reduzir o efeito dos tecidos que revestem esta zona (Fragoso & Vieira, 2014).

Bicôndilo-umeral. É a distância entre o epicôndilo (externo) e a epitróclea (interno) umerais. O indivíduo permaneceu na posição bípede, com o antebraço elevado de forma a fazer um ângulo de 90° com o braço. As costas da mão estavam viradas para o avaliador. As pontas do pequeno compasso foram colocadas sobre os “côndilos” umerais, exercendo uma pressão constante (Fragoso & Vieira, 2014).

Estílio-ulnar. É a distância entre o ponto lateral do stylium e a extremidade mais lateral do cúbito. O indivíduo permaneceu na posição bípede relaxada, com o membro superior direito em elevação anterior e com a palma da mão virada para baixo. Esta medida foi obtida obliquamente ao eixo longitudinal do membro superior (Fragoso & Vieira, 2014).

Bicôndilo-femoral. É a distância entre os pontos mais laterais dos côndilos femurais. O indivíduo estava sentado numa caixa antropométrica, de maneira a que a perna e a coxa fizessem um ângulo reto. O avaliador colocava-se de frente ao indivíduo, segurando as pontas do compasso, com os polegares e os indicadores, e usando os dedos médios para procurar os côndilos laterais do fémur. Seguidamente, era realizada uma pressão constante nas pontas do compasso sobre os côndilos (Fragoso & Vieira, 2014).

Bimaleolar. É a distância entre as projeções mais laterais dos maléolos interno e externo. O indivíduo encontrava-se na posição bípede, com os membros superiores pendentes ao longo do tronco e o pé direito sobre uma caixa antropométrica, para que a coxa e a perna fizessem um ângulo reto. Por sua vez, o avaliador colocava-se de frente para o indivíduo, aplicando uma pressão constante nas pontas do compasso. A medida foi tirada obliquamente já

que o maléolo externo se situa postero-inferiormente em relação ao maléolo interno (Fragoso & Vieira, 2014).

Modelo de dois compartimentos

Para a compreensão da influência de características anátomo-fisiológicas na qualidade vocal, avaliou-se a composição corporal segundo o modelo de dois compartimentos.

A quantidade de MLG, que inclui a massa muscular e o conteúdo mineral ósseo, representa capacidade de trabalho e resistência esquelética (Ryan, Pratley, Elahi & Goldberg, 1995). Por sua vez, o peso e a estatura são as medidas mais frequentes de avaliação do crescimento, devendo ser utilizadas na determinação de outras variáveis. A MC corresponde ao conjunto de gordura corporal e da MLG. A estatura representa a dimensão linear do indivíduo e engloba os membros inferiores, o tronco, o pescoço e a cabeça (Quitério, 2011). O IMC poderá ser considerado, nos adultos sedentários, um indicador indireto da gordura total de um indivíduo (Morabia, Ross, Curtin, Pichard & Slosman, 1999).

Para o cálculo dos valores de DC adotaram-se as equações preditivas propostas por Durnin e Womersley (1974), específicas para adultos do sexo masculino e feminino, sendo expressa em kg/m^3 . As equações utilizadas para o cálculo da DC, na presente Tese, foram selecionadas atendendo à etnia, à faixa etária da amostra e aos valores antropométricos disponíveis (especificadas na Tabela 22).

Tabela 22. Equações de predição da DC para adultos e idosos de acordo com Durnin e Womersley (1974).

Método	Etnia/Idade	Sexo	Equação
Pregas	Não	Masc.	$DC = 1,1765 -$
Adiposas	Especificada		$0,0744 \log_{10} (\text{Tricipital} + \text{Bicipital} + \text{Subescapular} + \text{Supraespinal})$
	17–72 anos		$SEE = 0,0103$
Pregas	Não	Fem.	$DC = 1,1567 -$
Adiposas	Especificada		$0,0717 \log_{10} (\text{Bicipital} + \text{Tricipital} + \text{Subescapular} + \text{Supraespinal})$
	16–68 anos		$SEE = 0,0116$

Notas. Masc. = masculino; Fem. = feminino; DC = densidade corporal; SEE = standard error of estimation.

Posteriormente, a %MG foi obtida a partir da DC, usando-se uma fórmula de Siri adaptada por Heyward e Stolarczyk (1996), ajustada à população caucasiana e à faixa etária estudada, apresentada na Tabela 23. A MLG foi obtida por subtração, sendo expressa em quilogramas.

Tabela 23. Equações para converter a DC em %MG, para adultos, de acordo com Heyward e Stolarczyk (1996).

População	Idade	Sexo	Equação	MLG (g/cm ³)
Caucasiana	20–80	Masculino	%MG = [(4,95 / DC) – 4,50] × 100	MLG = 1,100
Caucasiana	20–80	Feminino	%MG = [(5,01 / DC) – 4,57] × 100	MLG = 1,097
Obesa	20–80	Feminino	%MG = [(5,00 / DC) – 4,56] × 100	MLG = 1,098

Notas. %MG = percentagem de massa gorda; DC = densidade corporal; MLG = massa livre de gordura.

O IMC, outra das variáveis morfológicas analisadas, permitiu escolher a fórmula de Siri mais ajustada ao cálculo da %MG, ou seja, no caso dos participantes do sexo feminino que apresentavam um IMC > 30, foi escolhida uma fórmula de Siri adaptada para indivíduos obesos (Heyward & Stolarczyk, 1996) também presente na Tabela 23. O IMC foi calculado através da fórmula $IMC = \text{peso}/\text{estatura}^2$, sendo o peso expresso em quilogramas e a estatura em metros.

Somatótipo

O somatótipo, originalmente proposto por Sheldon em 1940, foi determinado de acordo com Heath e Carter (1967) (Carter & Heath, 1990). A caracterização do somatótipo foi realizada considerando-se uma série de três dígitos. O primeiro diz respeito ao grau relativo de adiposidade (endomorfismo). O segundo diz respeito ao grau relativo de desenvolvimento músculo-esquelético (mesomorfismo) e o terceiro, e último, refere-se ao grau de linearidade (ectomorfismo) (Carter & Heath, 1990).

A determinação de cada componente do somatótipo de Heath-Carter (Carter & Heath, 1990) foi obtida a partir de equações antropométricas (de regressão):

- a. O endomorfismo foi calculado através da equação:

$$\text{Endomorfismo} = -0,7182 + 0,1451 \times \Sigma \text{endo} - 0,00068 \times \Sigma \text{endo}^2 + 0,0000014 \times \Sigma \text{endo}^3$$

Em que:

Σendo = (soma das pregas adiposas tricipital, subescapular e supraespinal) multiplicada pelo quociente (170,18/Estatura).

- b. Para calcular o mesomorfismo utilizou-se a equação:

$$\text{Mesomorfismo} = 0,858 \times \text{DBCu} + 0,601 \times \text{DBCf} + 0,188 \times \text{PBRCC} + 0,161 \times \text{PGMLC} - 0,131 \times \text{Estatura} + 4,5$$

Em que: DBCu = Diâmetro biepicondylar umeral; DBCf = Diâmetro bicôndilo femoral; PBRCC = Perímetro do braço com contração; PGMLC = Perímetro geminal (max).

- c. Por fim, o ectomorfismo foi calculado por três equações diferentes conforme o valor obtido para o índice ponderal recíproco (IPR): $IPR = \text{Estatura} \times (\text{peso})^{-1/3}$

Se o $IPR \geq 40,75$ então Ectomorfismo = $0,732 \times IPR - 28,58$;

Se o $38,25 < IPR < 40,75$ então Ectomorfismo = $0,463 \times IPR - 17,63$;

Se o $IPR \leq 38,25$ então Ectomorfismo = 0,1.

Além da análise do vetor tridimensional das componentes do somatótipo, as informações relativas à magnitude e distribuição dos componentes do somatótipo foram complementadas através de análises comparativas com indicadores referenciais, neste caso o centróide da amostra avaliada ou de cada um dos grupos analisados. Pretendeu-se analisar o quanto o somatótipo de um determinado indivíduo avaliado se diferenciava do somatótipo relativo ao centróide da amostra. Considerando que era importante manter o conceito de integralidade do somatótipo, ou seja, mesmo considerando o envolvimento de três componentes distintas estes deviam ser tratados de maneira a preservar a unidade do conceito para realizar as análises comparativas entre os somatótipos (Carter, 2002), foram consideradas duas equações específicas: (a) as distâncias bidimensionais e tridimensionais entre somatopontos, nomeadamente o *Somatotype Dispersion Distance* (SDD) que expressa a distância a que o somatoponto se apresenta do centróide da amostra (média do somatoponto), quando traçado no somatograma (Ross & Wilson, 1973); e (b) o *Somatotype Attitudinal Distance* (SAD) que representa a distância, medida a partir das unidades das componentes do somatótipo, entre um determinado somatoponto e o centróide da amostra avaliada (Carter, 2002; Ross, Carr & Carter, 1999). Assim:

a. $SDD = \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$

Em que: X_1 e Y_1 = coordenadas de localização no somatograma de um dos somatótipos a ser comparado; X_2 e Y_2 = coordenadas de localização no somatograma do outro somatótipo a ser comparado;

b. $SAD = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (II_A - II_B)^2 + (III_A - III_B)^2}$

Em que: I, II e III = valores equivalentes ao endomorfismo, ao mesomorfismo e ao ectomorfismo; Subíndices A e B = oferecem indicações de dois somatótipos a serem comparados.

2.1.2.3. Avaliação da postura

Nesta Tese, nomeadamente nos estudos III e IV, analisaram-se as seguintes variáveis: CT, CL e IC. Adotou-se fotogrametria digital para obtenção destas variáveis.

Fotografias

Para a avaliação postural, cada participante foi fotografado no plano sagital, mantendo-se de pé, numa posição ereta, sobre uma superfície plana. Foi solicitada a remoção da maior parte da roupa (ficando apenas em roupa interior) de modo a ser possível a posterior identificação exata das proeminências ósseas. O calçado também foi removido para que os

indivíduos conseguissem manter uma postura ereta mais consistente. Os participantes foram orientados para manterem a sua postura natural ao longo de todo o procedimento (Fedorak et al., 2003; Quek et al., 2013; Roussouly & Nnadi, 2010). Foi usada uma máquina fotográfica digital (Sony Cyber-Shot DSC – W350, Sony Corporation, Tokyo, Japão), mantendo-se a mesma distância para todos os indivíduos fotografados. Este procedimento foi realizado logo após a avaliação antropométrica.

Análise Postural

Posteriormente, a fotogrametria digital foi utilizada para análise postural, no âmbito dos estudos III e IV. Para tal, recorreu-se ao programa Digimizer® (MedCalc Software Ltd, Ostend, Bélgica), permitindo aumentar a imagem inúmeras vezes para se obter maior exatidão de análise e marcação, sem perda de qualidade. Com base numa referência com dimensões conhecidas na fotografia, este programa também permitiu obter medidas subsequentes, de pontos assinalados na imagem, em centímetros.

A nível metodológico, foi desenvolvido o método Flexicurve, embora de uma forma digital, em que uma linha vertical foi desenhada para unir a proeminência de C7 (ponto A na Figura 5) e a proeminência do espaço intervertebral L5/S1 (ponto C) (MacIntyre, Bennett, Bonnyman & Stratford, 2011). Para se determinar as curvaturas torácica e lombar, considerou-se a mudança na relação espacial entre os corpos vertebrais, denominado ponto de inflexão (ponto B) (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010). Esta decisão foi tomada porque os métodos convencionais para determinar as curvaturas torácica e lombar, baseados na junção torácico-lombar, são considerados simplísticos (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010).

A variável CT foi medida em centímetros de C7 (ponto A) ao ponto de inflexão (ponto B). O CL foi medido em centímetros do ponto de inflexão (ponto B) ao espaço intervertebral L5/S1 (ponto C). O valor 0,00 relativo à variável CL significa que a distância entre os pontos B e C é nula, não existindo ponto de inflexão (ponto B). Neste caso, a curvatura lombar é plana, ou seja, o indivíduo mantém uma atitude cifótica ao longo da coluna. A profundidade torácica (PT) é a distância vertical da linha reta até ao ponto com maior CT (distância D na Figura 5). O IC foi depois determinado usando-se a equação $IC = PT/CT \times 100$.



Figura 5. As marcas anatômicas ilustradas são: C7 (A), o ponto de inflexão (B) e o espaço intervertebral L5/S1 (C). As variáveis de caracterização da coluna são: CT = distância em centímetros entre A e B, CL = distância em centímetros entre os pontos B e C, IC = profundidade torácica (D)/CT \times 100.

Para uma medida ser clinicamente útil, tem que ter um *intraclass correlation coefficient* (ICC) suficientemente elevado e um *standard error of measurement* (SEM) suficientemente reduzido (Arboleda & Frederick, 2008). A precisão intra-avaliador (Tabela 24) avaliada através do ICC, apresentou valores que poderiam ser classificados de bom a excelente para todas as variáveis dependentes medidas. Para o IC, o valor obtido foi consistente com os resultados de Greendale et al. (2011), ou seja, $ICC \geq 0,9$. O SEM variou de 0,440 a 1,215.

Tabela 24. Precisão intra-avaliador, ICC(3,1) e SEM, relativa às variáveis posturais.

Variáveis da postura	ICC (95% I.C.)	SEM
CL	0,992 (0,972; 0,998)	0,646
CT	0,987 (0,962; 0,996)	1,215
IC	0,856 (0,645; 0,958)	0,751

Notas. CL = comprimento da curvatura lombar; CT = comprimento da curvatura torácica; IC = índice cifótico; ICC = *intraclass correlation coefficient*; SEM = *standard error of measurement*.

2.2. Análise estatística

Para o desenvolvimento dos vários estudos deste trabalho, os dados foram analisados com o *software* SPSS v22 (IBM Corp., Chicago, IL., 2013) e o nível de significância estatística fixado foi de 5%. Foram obtidas medidas de estatística descritiva para caracterizar a amostra do estudo: média (M) e desvio padrão (DP) para as variáveis contínuas; frequência e percentagem para as variáveis categóricas.

No primeiro estudo desenvolvido, apresentado no Capítulo 3, recorreu-se a uma regressão multivariada com seleção de preditores pelo método *stepwise* para se verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos (vetor de variáveis dependentes) de qualidade vocal, somatótipo e variáveis da composição corporal, assim como algumas variáveis demográficas. Devido a alguns desvios dos pressupostos do modelo de regressão multivariada, nomeadamente da normalidade multivariada e da igualdade das matrizes de covariância, a estatística do traço de Pillai foi usada em vez das estatísticas lambda de Wilks ou do traço de Hotelling. O traço de Pillai é mais robusto em situações de desvios relativamente aos pressupostos de normalidade multivariada e da igualdade das matrizes de covariâncias, especialmente se o número de indivíduos por grupo é aproximadamente igual (exemplo, Hand & Taylor, 1987), o que é o caso neste estudo. Considerando apenas os preditores significativos, foi realizada uma análise de regressão linear múltipla para cada parâmetro acústico, como procedimento *post hoc*, no sentido de se identificarem os parâmetros acústicos significativamente relacionados com os preditores.

No estudo do Capítulo 4, recorreu-se a testes *t* para amostras independentes para a comparação das variáveis dependentes – SAD, SDD, DC, IMC, %MG, MG e MLG – em falantes normais e disfónicos. Devido à natureza multivariada do somatótipo, uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) a um fator foi efetuada para avaliar se existiam diferenças significativas no vetor das componentes do somatótipo (endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) entre falantes normais e disfónicos.

No estudo apresentado no Capítulo 5, foi usada a análise de regressão multivariada, para cada uma das vogais, a fim de se verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos (vetor de variáveis dependentes) e variáveis posturais (CT, CL e IC). Foi desenvolvido um procedimento *stepwise* para seleção dos preditores a incluir no modelo de regressão multivariada. A estatística traço de Pillai foi escolhida em detrimento das estatísticas lambda de Wilks ou traço de Hotelling, devido a ligeiros desvios dos pressupostos da regressão multivariada. Uma análise *post hoc* (regressão linear para cada parâmetro acústico) foi realizada para cada vogal, com o intuito de se identificar as variáveis acústicas que se relacionavam com os preditores identificados.

Por fim, no estudo do capítulo 6, foram efetuadas Análises de Variância dupla (ANOVAs) para se avaliar o efeito da disfonia, do sexo e da interação sexo \times disfonia na média de cada variável dependente (CT, CL e IC). As suposições de normalidade e de homogeneidade de variâncias da ANOVA dupla, foram avaliadas usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente.

2.3. Referências

- Arboleda, B. M., & Frederick, A. L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In M. Behlau (Ed.), *Voz: o livro do especialista* (Vol. I, pp. 85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Bele, I. V. (2005). Reliability in perceptual analysis of voice quality. *Journal of Voice*, 19, 555–573.
- Bhuta, T., Patrick, L., & Garnett, J. D. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18, 299–304.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. Retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Brinca, L. F., Batista, A. F., Tavares, A. I., Gonçalves, I. C., & Moreno, M. L. (2013). Use of cepstral analysis for differentiating normal from dysphonic voices: a comparative study of connected speech versus sustained vowel in European Portuguese female speakers. *Journal of Voice*, 28, 282–286.
- Brockman, M., Drinnan, M. J., Storck, C., & Carding, P. N. (2011). Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice*, 25, 44–53.
- Carter, J. E. L. (2002). *The Heath-Carter anthropometric somatotype: Instruction manual*. San Diego State, CA: University San Diego.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Colton, R., Casper, J., & Leonard, R. (2010). *Compreendendo os problemas da voz* (3.^a ed.). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Dogan, M., Eryuksel, E., Kocak, I., Celikel, T., & Sehitoglu, M. A. (2007). Subjective and objective evaluation of voice quality in patients with asthma. *Journal of Voice*, 21, 224–230.
- Durnin, J., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77–97.
- Eadie, T., & Doyle, P. (2005). Classification of dysphonic voice: acoustic and auditory-perceptual measures. *Journal of Voice*, 19, 1–14.
- Escudero P., Boersma P., Rauber A. & Bion, H. (2009). A cross dialect acoustic description of vowels: Brazilian and European Portuguese. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126(3), 1379–1393.
- Fedorak, C., Ashworth, N., Marshall, J., & Paull, H. (2003). Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine*, 28, 1857–1859.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2014). *Cin antropometria. Curso Prático*. Cruz Quebrada: Edições FMH.

- Gobl, C., & Karlsson, I. (1991). Male and female voice source dynamics. In J. Gauffin, & B. Hammarberg (Eds.), *Vocal fold physiology: Acoustic, perceptual, and physiological aspects of voice mechanisms* (pp. 121–128). San Diego, CA: Singular.
- González, J. (2004). Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1972). *The assessment of aphasia and related disorders*. Baltimore, MD: Lea & Febiger.
- Greendale, D. A., Nili, N. S., Huang, M. H., Seeger, L., & Karlamangla, A. S. (2011). The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle. *Osteoporosis International*, 22, 1897–1905.
- Guimarães, I. (2002). *An electrolaryngographic study of dysphonic portuguese speakers* (Doctoral dissertation). University of London, London.
- Guimarães, I. (2007). *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Hakkestegt, M. M., Brocaar, M. P., Wieringa, M. H., & Feenstra, L. (2008). The relationship between perceptual evaluation an objective multiparametric evaluation of dysphonia severity. *Journal of Voice*, 22, 138–145.
- Hand, D., & Taylor, C. (1987). *Multivariate analysis of variance and repeated measures: A practical approach for behavioural scientists*. London, UK: Chapman & Tall.
- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York, NJ: Springer Verlag.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Löfqvist, A., & McGowan, R. (1991). Voice source variations in running speech. In J. Gauffin, & B. Hammarberg (Eds.), *Vocal fold physiology: Acoustic, perceptual, and physiology aspects of voice mechanisms* (pp. 113–120). San Diego, CA: Singular.
- Lopes, L. W., Lima, I. L., Almeida, L. N., Cavalcante, D. P., & de Almeida, A. A. (2012). Severity of voice disorders in children: correlations between perceptual and acoustic data. *Journal of Voice*, 26, 819.e7–819.e12.
- Lopez, H. G., Mondain, M., de la Bretèque, B. A., Serrafiero, P., Trottier, C., & Barkat-Defradas, M. (2013). Acoustic, aerodynamic, and perceptual analyses of the voice of cochlear-implemented children. *Journal of Voice*, 27, 523.e1–523.e17.
- Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Colton, R. H., Smith, P. B., & Portnay, J. E. (2012). Position of the hyoid and larynx in people with muscle tension dysphonia. *The Laryngoscope*, 122, 370–377.
- MacIntyre, N., Bennett, L., Bonnyman, A., & Stratford, P. (2011). Optimizing reliability of digital inclinometer and flexicurve ruler measures of spine curvatures in postmenopausal women with

- osteoporosis of the spine: an illustration of the use of generalizability theory. *ISRN Rheumatology*, 571698.
- Martin, A. D., Spenst, L. F., Drinkwater, D. T., & Clarys, J. P. (1990). Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22, 729–733.
- Mendes, A., & Castro, E. (2005). Análise acústica da avaliação vocal I: tarefas fonatórias e medidas acústicas. *Revista Portuguesa de ORL*, 43, 127–136.
- Morabia, A., Ross, A., Curtin, F., Pichard, C., & Slosman, D. (1999). Relation of BMI to a Dual-Energy X-Ray Absorptiometry measure of fatness. *British Journal of Nutrition*, 82, 49–55.
- Parsa, V., & Jamieson, D. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., Kupcinskas, L., & Jonaitis, L. (2006). Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. *Journal of Voice*, 20, 128–136.
- Quek, J., Pua, Y. H., Clark, R. A., & Bryant, A. L. (2013). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*, 18, 65–71.
- Quitério, A. L. (2011). *The biological variability of body composition of children and adolescent athletes engaged on different sports* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Ross, W. D., Carr, R., & Carter, J. E. L. (1999). *Anthropometry Illustrated* (CD-Rom) [Computer software]. Surrey, CAN: Turnpike Electronic Publications, Inc.
- Roussouly, P., & Nadi, C. (2010). Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European Spine Journal*, 19, 1824–1836.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Ryan, A., Pratley, H., Elahi, D., & Goldberg, A. (1995). Resistive training increase fat free mass and maintains RMR despite weight loss in postmenopausal women. *Journal of Applied Physiology*, 79, 818–823.
- Sataloff, R. T. (2005). *Professional voice: the science and art of clinical care* (3rd ed.). San Diego, CA: Plural Publishing.
- Schaeffer, N., & Sidavi, A. (2010). Toward a more quantitative measure to assess severity of dysphonia: preliminary observations. *Journal of Voice*, 24, 556–563.
- Teles, V., & Rosinha, A. (2008). Acoustic analysis of formants and measures of the sonorous signal disturbance in non-smoker and non-alcoholic women without vocal complaints. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 12, 523–530.
- Wuyts, F. L., De Bodt, M. S., & Van de Heyning, P. H. (1999). Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *Journal of Voice*, 13, 508–517.

- Yiu, E., Worrall, L., Longland, J., & Mitchell, C. (2000). Analyzing vocal quality of connected speech using Kay's computerized speech lab: a preliminary finding. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14, 295–305.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis, J., & Giovanni, A. (2001). Objective voice analysis for dysphonic patients: a multiparametric including acoustic and aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 15, 529–542.
- Zraick, R. I., Wendel, K., & Smith-Olinde, L. (2005). The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *Journal of Voice*, 19, 574–581.

CAPÍTULO 3

RELAÇÃO ENTRE COMPOSIÇÃO CORPORAL, SOMATÓTIPO E QUALIDADE VOCAL¹

3.1. Resumo

A qualidade vocal é um importante veículo de informação sobre as características físicas, psicológicas e sociais do falante. Compreender a interconexão entre composição corporal, tipo morfológico, trato vocal e qualidade vocal é de extrema relevância na área das Ciências da Fala. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo é verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos de qualidade vocal, somatótipo e composição corporal. **Métodos:** Efetuaram-se um conjunto de medidas antropométricas, a setenta e dois adultos maturos, de acordo com as normas ISAK, que permitissem o cálculo das componentes de endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo, DC, IMC, MG, %MG e MLG. A qualidade vocal foi analisada de acordo com a produção das vogais [a], [i], [u], usando os seguintes parâmetros: F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade, *jitter*, *shimmer* e HNR. **Resultados:** Considerando as vogais [a] e [u], respetivamente: o IMC revelou um efeito significativo negativo no HNR e, por sua vez, a MLG também teve um efeito significativo negativo na intensidade do sinal acústico. A idade e o sexo não apresentaram efeitos significativos nos parâmetros de frequência para qualquer uma das vogais. **Conclusões:** A composição corporal, em particular o IMC e a MLG, está relacionada com a morfologia do trato vocal, influenciando a qualidade vocal e algumas propriedades dos segmentos fonéticos.

Palavras-Chave: Qualidade Vocal; Medidas acústicas; Perturbação vocal; Somatótipo; Composição corporal.

3.2. Introdução

De acordo com Laver e Trudgill (1979), os aspetos extralinguísticos da qualidade vocal são parâmetros não controlados pelo falante e, portanto, sem qualquer influência para o significado linguístico. As propriedades físicas do trato vocal, tais como o tamanho, a configuração e o tónus muscular, estão incluídas nos aspetos extralinguísticos. As vozes de homens, mulheres e crianças refletem principalmente diferenças anatómicas, apesar da anatomia

¹ Franco, D., Fragoso, I., Andrea, M., Teles, J., & Martins, F. (Submitted). Relationship between body composition, somatotype and voice quality. *Journal of the Acoustical Society of America*.

intrínseca poder ser realçada ou empobrecida, dependendo do contexto sociocultural (Ní Chasaide & Gobl, 1999). A qualidade vocal também é afetada por patologias físicas e psicológicas, conforme documentado por vários investigadores (Dogan et al., 2007; Pribuisiene et al., 2006; Scherer, 1987). Estas condições parecem desempenhar um papel decisivo na qualidade vocal, porque são produzidas por um corpo que funciona como unidade. Em adição aos fatores linguísticos e não linguísticos, a qualidade vocal também é portadora de informação intrínseca individual e desempenha um papel importante na identificação e diferenciação dos falantes (Kuwabara & Sagisaka, 1995; Ní Chasaide & Gobl, 1999). Numa tentativa de clarificar estes conceitos, Kuwabara e Sagisaka (1995) caracterizaram os aspetos sociolinguísticos e os fatores psicológicos da individualidade vocal como *software*, que pode ser programável, porque estão baseados principalmente no controlo dos órgãos da fala. Adicionalmente, as características anatómicas destes órgãos, sendo ‘estáticos’ ou difíceis de modificar, foram nomeados como *hardware* (Kuwabara & Sagisaka, 1995).

A associação entre o sexo do indivíduo, o género e a qualidade vocal é um campo de interesse contemporâneo (Andrews, 2006, Baken & Orlikoff, 2000; Fant, 1966; Fitch & Giedd, 1999; Guimarães & Abberton, 2005; Russell et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994). O sexo é geneticamente determinado pelo mapeamento cromossómico. A produção vocal é influenciada biologicamente e associada ao genótipo sexual, apesar de nem sempre se relacionar exatamente com a voz que é percebida (Andrews, 2006). Existem diferenças no comprimento do trato vocal entre os sexos, diferenças essas que vão para além das diferenças de dimensão esperadas entre sexos (Fitch & Giedd, 1999). Os homens têm uma faringe desproporcionalmente longa em relação às mulheres e às crianças e, conseqüentemente, essa diferença anatómica pode explicar as restantes diferenças acústicas entre os sexos (Fant, 1966). A composição corporal é influenciada por diferenças biológicas entre os sexos, bem como pelos processos que afetam a composição corporal, como o crescimento, a maturação, o tempo e o ritmo do pico de crescimento no adolescente, a maturação sexual e as proporções corporais (Malina, 2005). Algumas hormonas que determinam a identidade vocal também regulam a acumulação, distribuição e metabolismo de gordura corporal (Blouin, Boivin & Techernof, 2008; Hamdan et al., 2012). No entanto, pouco se sabe sobre as características morfológicas dos falantes que influenciam a qualidade vocal e as propriedades dos segmentos orais produzidas.

As características físicas começaram a ser associadas com a áudio-percepção da voz a partir dos anos 40. Laver e Trudgill (1979) referem-se aos resultados de pesquisa desenvolvidos por Bonaventura (1935), Moisés (1940, 1941) e Fay e Middleton (1940), os quais sugerem que os ouvintes julgam globalmente as vozes considerando os atributos físicos (peso e altura) do falante. Baseado num exercício de correspondência entre imagens e voz, Bonaventura (1935,

em Laver & Trudgill, 1979) notou que podia ser obtida uma precisão razoável. Considerando os tipos corporais de Kretschmer, a precisão de julgamento diminuiu do tipo pícnico para o tipo leptossómico e deste para o tipo atlético. Moses (1940, 1941 em Laver & Trudgill, 1979) confirmou de um modo geral estes resultados e Fay e Middleton (1940 em Laver & Trudgill, 1979) precisaram estes resultados, mostrando que quando se avaliam os tipos corporais a partir de vozes transmitidas através de um sistema de endereço público, tem-se 22% de hipótese de acertar no caso dos pícnicos, 20% no caso dos leptossómicos e apenas 1% no tipo atlético. Embora as técnicas atuais de análise e os métodos estatísticos (Collins, 2000; Gonzalez, 2003) tenham permitido, no que se refere ao julgamento perceptivo, precisar a informação recolhida, estas experiências continuam a não ser conclusivas e esclarecedoras acerca da associação entre as características físicas do falante com a sua qualidade vocal, em termos do que é percebido pelo recetor.

O estudo do sinal acústico produzido por diferentes tratos vocais e a influência de informação intrínseca ao falante num sinal acústico particular são assuntos que têm merecido um estudo aprofundado atualmente (Barsties, Verfaillie, Roy & Maryn, 2013; Boë et al., 2013; Bortolotti & Silva, 2005; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2009, 2011; Evans et al., 2006; Fitch & Giedd, 1999; González, 2003, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013; Hamdan, Safadi, Chamseddine, Kasty, & Turfe, 2014; Künzel, 1989). Não é conhecimento dos autores que outro estudo tivesse simultaneamente analisado a composição corporal (composição de massa gorda e de outras medidas morfológicas), o somatótipo e a qualidade vocal, especificamente considerando parâmetros de produção.

A composição corporal é um aspeto muito importante a ser analisado porque a incidência de patologias frequentemente relacionadas com a obesidade é elevada, muitas das quais com várias implicações na saúde do trato vocal (Lavoie, Bacon, Labrecque, Cartier, & Ditto, 2006). Um IMC mais elevado parece estar associado a um estado de inflamação crónica sistémica de grau reduzido (Engbers et al., 2010), explicada por vários fatores: (a) a infiltração de macrófagos no tecido adiposo que se expandiu (Weisberg et al., 2003); (b) níveis elevados de mediadores inflamatórios, como a proteína-C reativa (PCR), em indivíduos com excesso de peso (Lessard, Turcotte, Cormier, & Boulet, 2008); e (c) os níveis de uma proteína, a leptina, que tem um papel importante no armazenamento de lípidos dos adipócitos, e parece ter uma função pró-inflamatória (Guerre-Milo, 2004). Além disso, a MG está associada à redução da capacidade residual funcional devido ao tecido adiposo presente na caixa torácica, no abdómen e na cavidade visceral (Bortolotti & Silva, 2005; Lavoie et al., 2006; Valerio et al., 2009; Salome, King & Berend, 2010). Para além das alterações descritas no abdómen e no tórax, a acumulação de gordura também afeta as vias aéreas superiores na medida em que promove o

aumento da espessura das paredes laterais da faringe, o aumento do tamanho da língua (especialmente da área posterior) e o aumento da dimensão do véu palatino (Bortolotti & Silva, 2005; Horner et al., 1989; Moura, 1996). Medidas objetivas de qualidade vocal (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011; Hamdan et al., 2013), de aerodinâmica vocal (Barsties et al., 2013; Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2011) e de desempenho da tessitura fonatória (Barsties et al., 2013) parecem ser influenciados pela MC e pelo volume de gordura corporal, mas os resultados são contraditórios. Com base em tal evidência, julgamos que a composição corporal poderia ter um efeito sobre a qualidade vocal, pois a quantidade de gordura no abdômen, no tórax, na laringe e ao longo do trato vocal pode influenciar a qualidade da voz produzida e as configurações fonéticas realizadas (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2011; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2013; Salomon et al., 2011). Assim, admite-se que a análise de variáveis tais como F0, formantes, intensidade do sinal acústico, parâmetros de perturbação e de ruído, as quais podem fornecer mais informação do que a avaliação perceptiva, poderá mostrar a influência das variáveis morfológicas na qualidade vocal.

As variáveis morfológicas (MC e IMC) analisadas até ao momento (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Collins, 2000; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2014; Künzel, 1989), não permitem estudar com a precisão desejada a variabilidade da composição corporal. Por exemplo, o IMC pode ser semelhante num indivíduo com uma elevada quantidade de MG e num outro que apresente uma elevada quantidade de MLG. Consequentemente, esta variável deve ser analisada juntamente com outras variáveis de composição corporal. O tipo constitucional parece ser outro padrão biológico com interesse na área da Fonética e no campo das patologias vocais. Inclui um conjunto de características morfológicas que podem integrar um indivíduo numa determinada categoria, muitas vezes chamada de morfotipo ou tipo morfológico (Carter & Heath, 1990; Vieira & Fragoso, 2006), e que tem sido pouco estudada nesta área. A classificação de um indivíduo de acordo com o seu morfotipo pode facilitar o estudo das diferenças entre grupos. Partindo de uma sequência numérica com três dígitos, que qualifica respetivamente o desenvolvimento de adiposidade relativa (endomorfismo), o desenvolvimento músculo-esquelético relativo (mesomorfismo) e o grau de desenvolvimento da linearidade (ectomorfismo), pode-se facilmente compreender as características morfológicas de um indivíduo (Vieira & Fragoso, 2006). Até ao momento, a influência do somatótipo na qualidade vocal não foi claramente estudada. Assim, admitimos que a eficiência motora da laringe (verificada através da análise acústica de qualidade vocal) poderia estar relacionada com o morfotipo dos falantes na medida em que a sua morfologia tipo poderia perturbar a energia de ar expirado, a pressão subglótica e o alongamento das pregas vocais, durante a produção de voz

(Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011; Evans et al., 2006; Hamdan et al., 2012, 2014; Salomon et al., 2011).

Considerando que a distribuição de MG num determinado corpo é resultado de um conjunto de fatores (idade, dimorfismo sexual, tipo morfológico e idade de desenvolvimento da obesidade) (Carter & Heath, 1990), a composição corporal continua a ser um tema interessante para os foneticistas e para os profissionais da área da patologia vocal. Além disso, vários parâmetros acústicos foram estudados à luz de uma possível relação com os aspetos físicos do corpo, mas não foram obtidos resultados consistentes (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Boë et al., 2013; Bortolotti & Silva, 2005; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2009, 2011; Evans et al., 2006; Fitch & Giedd, 1999; Gonzalez, 2003, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013, 2014; Künzel, 1989). Na nossa opinião, para a compreensão do impacto da composição corporal na produção vocal é fundamental um estudo que analise, simultaneamente, medidas de composição corporal (incluindo parâmetros de gordura corporal), somatótipo e parâmetros acústicos. Esta pesquisa está inserida numa investigação multidimensional sobre qualidade vocal, desenvolvida pela Universidade de Lisboa, e que teve como propósito esclarecer as ligações entre qualidade de voz, a morfologia corporal e a postura. Este trabalho pretendeu verificar a existência de relações entre as medidas acústicas de qualidade vocal, a composição corporal e o somatótipo. Na continuação do objetivo anterior, obtiveram-se algumas informações sobre as características antropométricas e de composição corporal de uma amostra de falantes adultos do PE.

3.3. Método

3.3.1. Participantes

Para desenvolver este estudo transversal, 91 participantes foram recrutados e avaliados relativamente à sua elegibilidade, através de uma entrevista e de uma espirometria. Devido aos critérios de inclusão e de exclusão, a presente amostra de conveniência contemplava 72 falantes. Os falantes tinham idades entre os 20 e 50 anos, eram Caucasianos, falavam PE como língua materna, não tinham alterações respiratórias funcionais e assinaram um consentimento informado. A faixa etária dos participantes foi selecionada de modo a evitar diversidade em termos de maturação morfológica, maturação vocal e processo de envelhecimento vocal. Por sua vez, foram excluídos os indivíduos com doença músculo-esquelética, alterações crânio-faciais, trauma ortopédico, alterações no exame espirométrico, doenças neurológicas, cicatrizes no pescoço devido a cirurgia ou traumas, radioterapia e histórico de cirurgia laríngea. Trinta e cinco homens (48,6%) e 37 mulheres (51,4%) produziram os materiais experimentais,

constituindo o *corpus* analisado. A média de idade dos homens era de $32,43 \pm 9,94$ anos e a das mulheres era de $32,14 \pm 10,65$ anos.

O projeto por detrás deste estudo foi aprovado pela Comissão de Ética de Saúde do Centro Hospitalar de Lisboa Norte, da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. Adicionalmente, a aprovação do Conselho Administrativo do Hospital de Santa Maria/Centro Hospitalar de Lisboa Norte também foi obtida. Por fim, o consentimento informado de todos os participantes foi adquirido antes dos exames.

3.3.2. Procedimentos

O procedimento experimental foi realizado no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação do Hospital de Santa Maria, da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. A avaliação para elegibilidade foi feita através duma entrevista e de um exame objetivo padronizado pulmonar (espirometria). Foi reconhecida a necessidade de se controlar variáveis intimamente relacionadas com os parâmetros a estudar, variáveis essas com possibilidade de influenciar os resultados, como a presença de patologia pulmonar funcional, por exemplo. Em seguida, os participantes foram submetidos a avaliações antropométricas e a avaliações de qualidade vocal.

Avaliação antropométrica. Cada participante foi avaliado de acordo com diversas variáveis antropométricas: MC (quilogramas), estatura e altura sentada (centímetros) (Martin et al., 1990); oito pregas adiposas (milímetros) nomeadamente, tricipital, subescapular, bicipital, iliocristal, supraespinal, abdominal, crural, geminal; quatro medidas de perímetros (centímetros), braço sem contração, braço com contração, torácico, geminal (max); um comprimento (centímetros) acromiale-dactylion; e oito diâmetros (centímetros), nomeadamente biacromial, biiliocristal, tóraco-transverso, tóraco-sagital (anterior-posterior), bicôndilo-umeral, estilóide-ulnar, bicôndilo femoral, bimalleolar. As medições foram realizadas de acordo com técnicas padronizadas adotadas pela ISAK. Todas as medições foram efetuadas pelo mesmo antropometrista, acreditado pela ISAK, com TEM inferior a 5% para as pregas adiposas e inferior a 1% para as outras medidas. Para efetuar todas as medições antropométricas foram usados instrumentos portáteis, previamente calibrados. Assim, a estatura e a altura sentada foram medidas com um antropómetro portátil (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008) e com os participantes descalços e sem roupa a cobrir a cabeça. Para a avaliação da MC total foi usada uma balança (Body Mass Scale Vogel & Halke – Germany – Secca model 761 7019009, 2006), permitindo a precisão de 0,5 kg. Para os diâmetros e comprimentos, foram usados compassos de corredeira grande e pequeno (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008). No caso das pregas adiposas foi utilizado um adipómetro (Skinfold caliper

Rosscraft Slim Guide 2001), permitindo leituras até décimos de milímetros (as extremidades a uma pressão de 10 mg/cm²). Para a medição dos perímetros, foi usada uma fita métrica (Rosscraft Anthropometric Tape) com escala em milímetros.

O IMC foi calculado através da fórmula $IMC = \text{peso}/\text{estatura}^2$, sendo o peso expresso em quilogramas e a estatura em metros. A DC foi estimada usando as equações de Durnin e Womersley (1974), sendo o resultado expresso em quilogramas/metro³. Estas equações foram selecionadas de acordo com os seguintes preditores: etnia, sexo e idade dos participantes. A %MG foi obtida a partir da DC, usando as equações de Siri adaptadas de Heyward e Stolarczyk (1996). A MG foi determinada tendo em conta a MC e a %MG, e a MLG foi obtida por subtração (ambas expressas em quilogramas). O fracionamento da MC pode ter vários níveis de análise, sendo que, neste estudo, foi utilizado o modelo de dois compartimentos, que divide a MC em MG e MLG (Heyward & Stolarczyk, 1996).

O somatótipo foi calculado de acordo com Carter e Heath (1990). A descrição da tipologia morfológica foi feita usando uma série de três dígitos, que no conjunto definem o somatótipo. O primeiro dígito relaciona-se com o endomorfismo, o segundo com o mesomorfismo e o terceiro e último, com a componente de ectomorfismo (Carter & Heath, 1990). A determinação de cada um dos componentes do somatótipo (Carter & Heath, 1990) foi obtida a partir das seguintes equações antropométricas:

- a. O endomorfismo foi calculado através da equação:

$$\text{Endomorfismo} = -0,7182 + 0,1451 \times \Sigma \text{endo} - 0,00068 \times \Sigma \text{endo}^2 + 0,0000014 \times \Sigma \text{endo}^3$$

Em que:

Σendo = (soma das pregas adiposas tricipital, subescapular e supraespinal) multiplicada pelo quociente (170,18/Estatura).

- b. Para calcular o mesomorfismo utilizou-se a equação:

$$\text{Mesomorfismo} = 0,858 \times \text{DBC}U + 0,601 \times \text{DBC}F + 0,188 \times \text{PBR}CC + 0,161 \times \text{PGMLC} - 0,131 \times \text{Estatura} + 4,5$$

Em que: DBCU = Diâmetro biepicondylar umeral; DBCF = Diâmetro bicôndilo femoral; PBRCC = Perímetro do braço com contração; PGMLC = Perímetro geminal (max).

- c. Por fim, o ectomorfismo foi calculado por três equações diferentes conforme o valor obtido para o IPR: $IPR = \text{Estatura} \times (\text{peso})^{-1/3}$

Se o $IPR \geq 40,75$ então $\text{Ectomorfismo} = 0,732 \times IPR - 28,58$;

Se o $38,25 < IPR < 40,75$ então $\text{Ectomorfismo} = 0,463 \times IPR - 17,63$;

Se o $IPR \leq 38,25$ então $\text{Ectomorfismo} = 0,1$.

Para a análise do somatótipo considerou-se, para além da análise do vetor tricomponencial do somatótipo, duas fórmulas específicas: as distâncias bidimensionais e

tridimensionais entre somatopontos, o SDD e o SAD. O SDD expressa a distância a que o somatoponto se apresenta do centróide da amostra (média do somatoponto), quando traçado no somatograma (Ross & Wilson, 1973). O SAD representa a distância, medida a partir das unidades das componentes do somatótipo, entre um somatoponto particular e o centróide da amostra (Carter, 2002; Ross, Carr & Carter, 1999). Assim:

a.
$$SDD = \sqrt{3(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

Em que: X_1 e Y_1 = coordenadas de localização no somatograma de um dos somatótipos a ser comparado; X_2 e Y_2 = coordenadas de localização no somatograma do outro somatótipo a ser comparado;

b.
$$SAD = \sqrt{(I_A - I_B)^2 + (II_A - II_B)^2 + (III_A - III_B)^2}$$

Em que: I, II e III = valores equivalentes ao endomorfismo, ao mesomorfismo e ao ectomorfismo; Subíndices A e B = oferecem indicações de dois somatótipos a serem comparados.

Avaliação da qualidade vocal. A qualidade vocal dos falantes foi avaliada através de análise acústica, na medida em que é uma metodologia de avaliação não invasiva e capaz de prover dados quantitativos que caracterizam o sinal sonoro (Eadie & Doyle, 2005).

Para a avaliação acústica, as amostras de voz foram recolhidas numa cabine *Faraday* em formato PCM áudio mono, com uma frequência de amostragem de 44100 Hz. Foi utilizado um gravador Marantz PMD660 (Kanagawa, Japan) com um microfone *headset* Beyerdynamic TG H74c XLR (Heilbronn, Germany) unidirecional, posicionado lateralmente aos lábios, mantendo uma distância constante de 5 cm para todos os participantes. Os ficheiros obtidos foram digitalizados num formato não comprimido, PCM.WAV. Três comportamentos vocais distintos foram analisados, para cada um dos falantes, sendo os seguintes: produção sustentada das vogais do PE [a], [i], [u], as quais representam as posições extremas do espaço vocálico do sistema. Considerou-se a produção de vogais sustentadas pois este é um comportamento vocal estável, ideal para o estudo das implicações morfológicas da laringe no fenómeno fonético. Foram recolhidas duas amostras para cada vogal tendo sido seleccionada a melhor, isto é, a que correspondia à amostra da vogal mais representativa para cada falante. A amostra mais representativa da qualidade vocal refere-se à utilização confortável das estruturas anatómicas, refletindo características de intensidade e tom naturais, normalmente utilizados pelo falante (Parsa & Jamieson, 2001).

A análise acústica foi realizada por uma Terapeuta da Fala experiente, treinada para a metodologia utilizada no sentido de se garantir a precisão e a validade da avaliação acústica. Neste estudo, foram consideradas medidas de dinâmica vocal: F0, DP F0, F1, F2, F3, F4 e intensidade do sinal acústico. Também foram consideradas medidas de perturbação vocal, nomeadamente: *jitter* e *shimmer*. Finalmente, foi analisada uma medida de ruído espectral:

HNR. A análise acústica foi efetuada com o *software* Praat, v.5.3.23 (Boersma & Weenik, 2012). Apenas a porção medial (cerca de 1,5 s) de cada *token* avaliado foi considerada pois corresponde à parte mais estável do sinal – uma porção com contornos formânticos tendencialmente planos e estáveis (González, 2004). Os parâmetros acústicos foram obtidos automaticamente, correspondendo a valores médios da porção do sinal selecionado. A frequência dos formantes foi determinada utilizando apenas o espectrograma. A F0 foi extraída através de um método de correlação cruzada (*cross correlation method*) aconselhado por Boersma e Weenik (2012).

3.3.3. Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados com o *software* SPSS v22 (IBM Corp., Chicago, IL., 2013) e o nível de significância estatística fixado foi de 5%. Medidas de estatística descritiva foram usadas para caracterizar a amostra do estudo: mínimo e máximo, M e DP, mediana (Mdn) e amplitude interquartil (AIQ) para as variáveis contínuas; frequência e percentagem para as variáveis categóricas. Recorreu-se a uma Regressão Multivariada com seleção de preditores pelo método *stepwise* para se verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos (vetor de variáveis dependentes) de qualidade vocal, somatótipo, variáveis da composição corporal, assim como algumas variáveis demográficas. Devido a alguns desvios dos pressupostos do modelo de regressão multivariada, nomeadamente da normalidade multivariada e da igualdade das matrizes de covariância, foi usada a estatística do traço de Pillai (λ_P) ao invés das estatísticas lambda de Wilks ou do traço de Hotelling. O traço de Pillai é mais robusto contra estes desvios do que as outras duas estatísticas de teste, especialmente se o número de indivíduos por grupo é aproximadamente igual (exemplo, Hand & Taylor, 1987), o que é o caso neste estudo. Considerando apenas os preditores significativos, foi realizada uma análise de regressão linear múltipla para cada parâmetro acústico, como procedimento *post hoc* à regressão multivariada, no sentido de se identificarem os parâmetros acústicos relacionados significativamente com os preditores.

3.4. Resultados

A amostra era composta por 72 indivíduos adultos, 35 homens (48,61%) e 37 mulheres (51,39%), entre os 20 e os 50 anos. A Tabela 25 apresenta médias e desvios padrão para a estatura, para o peso e para as componentes endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo de acordo com o sexo.

Tabela 25. Medidas estatísticas descritivas, nomeadamente mínimo, máximo, média, desvio padrão, mediana e amplitude interquartil, das características morfológicas (estatura, peso, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) por sexo (N = 72).

	Homens			Mulheres		
	Min–Max	M (DP)	Mdn (AIQ)	Min–Max	M (DP)	Mdn (AIQ)
Estatura (cm)	161,10-185,60	174,65 (6,65)	173,50 (11,40)	150,70-174,30	161,47(5,40)	161,20 (6,25)
Peso (kg)	55,00-115,00	74,40 (13,43)	71,00 (13,00)	44,00-82,50	58,34 (10,01)	57,00 (15,50)
Endo	1,50-9,30	4,37 (1,73)	4,10 (1,80)	2,80-7,70	5,15 (1,43)	5,10 (2,40)
Meso	1,40-7,60	4,37 (1,43)	4,50 (2,20)	1,40-6,70	3,64 (1,16)	3,50 (1,70)
Ecto	0,20-5,50	2,24 (1,51)	1,90 (2,20)	0,10-4,80	2,24 (1,20)	2,40 (1,90)

Notas. Min = mínimo; Max = máximo; M = média; DP = desvio padrão; Mdn = mediana; AIQ = amplitude interquartil; Endo = endomorfismo; Meso = mesomorfismo; Ecto = ectomorfismo.

A análise de regressão multivariada com seleção de preditores pelo método *stepwise* foi usada para identificar variáveis antropométricas e demográficas com efeito significativo nos parâmetros acústicos – F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR – para cada uma das vogais [a], [i] e [u]. As variáveis demográficas consideradas foram o sexo e a idade. O conjunto de variáveis antropométricas incluiu endomorfismo, mesomorfismo, IMC e MLG. A componente ectomórfica e a percentagem de massa livre de gordura (%MLG) não foram consideradas, uma vez que têm uma forte correlação com o IMC e a componente de endomorfismo, respetivamente.

Tabela 26. Resultados da regressão linear múltipla (*post hoc* da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [a].

Parâmetros acústicos	Preditor	<i>F</i>	<i>p</i>	Partial η^2	<i>B</i>	<i>SE(B)</i>
F0	Constante	86,379	<0,001*	0,563	113,864	23,534
	Sexo	41,883	<0,001*	0,385	138,912	21,464
	Idade	5,275	0,025*	0,073	-0,108	0,477
	IMC	0,360	0,551	0,005	0,497	0,829
	Sexo*Idade	4,174	0,045*	0,059	-1,292	0,632
DP F0	Constante	15,718	<0,001*	0,190	1,693	0,458
	Sexo	0,668	0,417	0,010	-0,342	0,418
	Idade	4,955	0,029*	0,069	0,001	0,009
	IMC	2,932	0,091	0,042	-0,028	0,016
	Sexo*Idade	4,426	0,039*	0,062	0,026	0,012
F1	Constante	160,369	<0,001*	0,705	680,011	71,842
	Sexo	6,342	0,014*	0,086	165,014	65,525
	Idade	0,009	0,924	0,000	-0,097	1,456
	IMC	0,022	0,882	0,000	-0,376	2,530
	Sexo*Idade	0,000	0,999	0,000	0,002	1,931
F2	Constante	301,173	<0,001*	0,818	1373,864	101,773
	Sexo	5,393	0,023*	0,074	215,563	92,824
	Idade	2,575	0,113	0,037	-1,793	2,062
	IMC	1,100	0,298	0,016	-3,759	3,585
	Sexo*Idade	0,125	0,725	0,002	-0,967	2,735
F3	Constante	286,681	<0,001*	0,811	2581,387	203,441
	Sexo	10,853	0,002*	0,139	611,281	185,552
	Idade	0,010	0,919	0,000	4,033	4,122
	IMC	1,824	0,181	0,027	-9,678	7,166
	Sexo*Idade	1,876	0,175	0,027	-7,489	5,467
F4	Constante	279,310	<0,001*	0,807	3534,503	274,840
	Sexo	6,328	0,014*	0,086	630,568	250,673
	Idade	2,599	0,112	0,037	12,378	5,569
	IMC	0,764	0,385	0,011	-8,462	9,680
	Sexo*Idade	2,819	0,098	0,040	-12,401	7,386
Intensidade	Constante	402,965	<0,001*	0,857	77,522	4,667
	Sexo	0,220	0,641	0,003	1,997	4,257
	Idade	0,435	0,512	0,006	0,070	0,095
	IMC	2,004	0,162	0,029	-0,233	0,164
	Sexo*Idade	0,189	0,665	0,003	-0,055	0,125
<i>Jitter</i>	Constante	0,765	0,385	0,011	0,322	0,219
	Sexo	2,634	0,109	0,038	-0,323	0,199
	Idade	1,128	0,292	0,017	-0,001	0,004
	IMC	0,608	0,438	0,009	0,006	0,008
	Sexo*Idade	2,019	0,160	0,029	0,008	0,006
<i>Shimmer</i>	Constante	0,007	0,933	0,000	0,254	1,367
	Sexo	0,063	0,802	0,001	-0,314	1,247
	Idade	1,042	0,311	0,015	0,015	0,028
	IMC	3,236	0,077	0,046	0,087	0,048
	Sexo*Idade	0,061	0,805	0,001	0,009	0,037
HNR	Constante	115,239	<0,001*	0,632	30,256	3,699
	Sexo	3,214	0,078	0,046	6,049	3,374
	Idade	0,925	0,340	0,014	0,042	0,075
	IMC	5,951	0,017*	0,082	-0,318	0,130
	Sexo*Idade	3,414	0,069	0,048	-0,184	0,099

Notas. F0 = frequência fundamental; DP F0 = desvio padrão da frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; HNR = harmonic-to-noise ratio; IMC = índice de massa corporal.

No caso do preditor sexo, o coeficiente de regressão não padronizado (*B*) refere-se ao sexo feminino (i.e. o masculino é a categoria de referência).

* $p < 0,05$.

No que diz respeito à vogal [a], a análise de regressão multivariada indicou que o IMC ($A_P = 0,266$, $F(10;58) = 2,100$, $p = 0,039$, $\text{partial } \eta^2 = 0,266$), a idade ($A_P = 0,387$, $F(10;58) = 3,656$, $p = 0,001$, $\text{partial } \eta^2 = 0,387$), o sexo ($A_P = 0,634$, $F(10;58) = 10,055$, $p < 0,001$, $\text{partial } \eta^2 = 0,634$) e a interação entre o sexo e a idade ($A_P = 0,283$, $F(10;58) = 2,292$, $p = 0,024$, $\text{partial } \eta^2 = 0,283$) apresentaram um efeito significativo nos parâmetros acústicos de qualidade vocal. Os resultados da regressão linear múltipla, utilizada como análise *post hoc* à regressão multivariada, são apresentados na Tabela 26. Os resultados de regressões univariadas indicaram que o IMC teve um efeito significativo no HNR (verificou-se uma correlação negativa significativa entre IMC e HNR: $r(72) = -0,329$, $p = 0,005$). O sexo teve um efeito significativo (valores mais elevados para as mulheres) na F0 (masculino: $M = 122,53$, $DP = 21,09$; feminino: $M = 218,91$, $DP = 34,12$), no F1 (masculino: $M = 667,67$, $DP = 75,38$; feminino: $M = 833,57$, $DP = 86,13$), no F2 (masculino: $M = 1223,80$, $DP = 104,37$; feminino: $M = 1416,71$, $DP = 131,72$), no F3 (masculino: $M = 2475,57$, $DP = 192,60$; feminino: $M = 2865,32$, $DP = 270,75$) e no F4 (masculino: $M = 3728,99$, $DP = 333,17$; feminino: $M = 3975,16$, $DP = 310,88$). A idade e a interação entre a idade e o sexo tiveram um efeito significativo na F0 e no DP F0 (ou seja, o efeito da idade na F0 e DP F0 variou de acordo com o sexo). Para o sexo masculino, não existiram correlações significativas entre a idade e a F0 ($r(35) = -0,026$, $p = 0,884$), e entre a idade e o DP F0 ($r(35) = -0,044$, $p = 0,804$); no entanto, para o sexo feminino, verificou-se uma correlação negativa significativa entre a idade e a F0 ($r(37) = -0,421$, $p = 0,010$) e uma correlação positiva entre a idade e o DP F0 ($r(37) = 0,379$, $p = 0,021$). Os diagramas de dispersão correspondentes à F0 e ao DP F0 *versus* idade, de acordo com o sexo, são apresentados na Figura 6. A Figura 7 apresenta gráficos de barras com os valores médios e erros padrão (EP) de F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR de acordo com o sexo, para a vogal [a], assim como para as outras vogais analisadas.

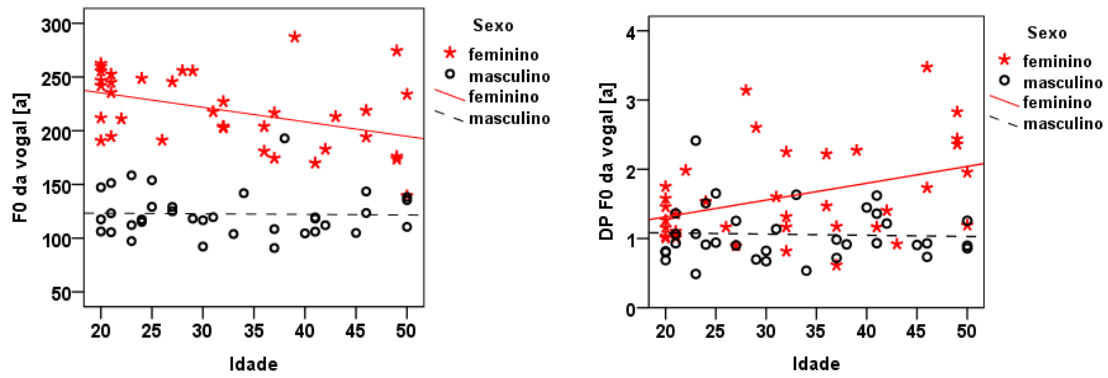
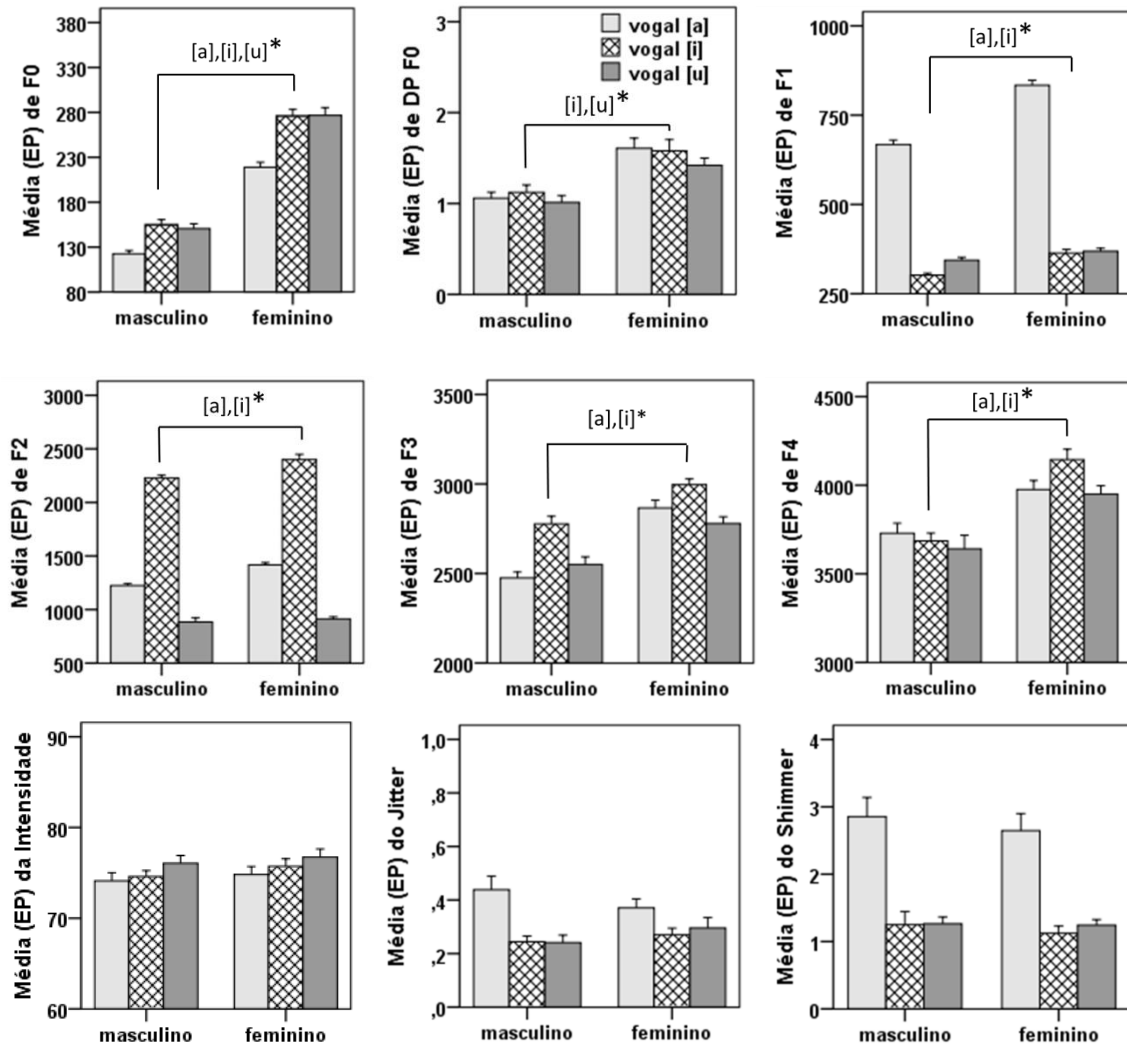


Figura 6. Diagramas de dispersão, com sobreposição das retas de regressão de acordo com o sexo, relativos ao parâmetro F0, à esquerda, e ao parâmetro DP F0, à direita, *versus* idade, para a vogal [a].



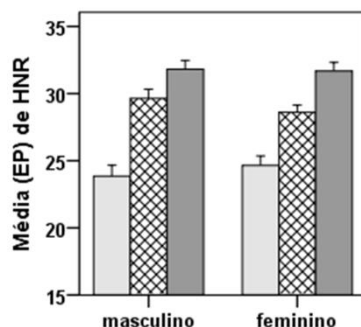


Figura 7. Gráficos de barras com a média e o erro padrão (EP) dos parâmetros acústicos F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR por sexo, para as vogais [a], [i] e [u]. As diferenças significativas entre os sexos estão assinaladas com um asterisco e as vogais com que estão relacionadas.

Relativamente à vogal [i], a análise de regressão multivariada mostrou que a idade ($A_P = 0,304$, $F(10;60) = 2,616$, $p = 0,010$, $\text{partial } \eta^2 = 0,304$) e o sexo ($A_P = 0,779$, $F(10;60) = 21,096$, $p < 0,001$, $\text{partial } \eta^2 = 0,779$) apresentaram um efeito significativo nos parâmetros acústicos. Os resultados da regressão linear múltipla, utilizada como análise *post hoc* à regressão multivariada, são apresentados na Tabela 27. A idade teve um efeito significativo no DP F0 (existiu uma correlação positiva significativa entre a idade e o DP F0: $r(72) = 0,291$, $p = 0,013$), e no F4 (porém, a correlação entre a idade e o F4 não foi significativa: $r(72) = 0,194$, $p = 0,103$). O sexo teve um efeito significativo (valores mais elevados para as mulheres) na F0 (masculino: $M = 154,91$, $DP = 34,26$; feminino: $M = 275,91$, $DP = 46,31$), no DP F0 (masculino: $M = 1,12$, $DP = 0,48$; feminino: $M = 1,58$, $DP = 0,75$), no F1 (masculino: $M = 302,01$, $DP = 33,39$; feminino: $M = 363,60$, $DP = 65,44$), no F2 (masculino: $M = 2226,97$, $DP = 159,79$; feminino: $M = 2400,79$, $DP = 292,31$), no F3 (masculino: $M = 2777,21$, $DP = 249,17$; feminino: $M = 2996,24$, $DP = 194,00$) e no F4 (masculino: $M = 3685,63$, $DP = 264,16$; feminino: $M = 4143,94$, $DP = 360,92$).

Tabela 27. Resultados da regressão linear múltipla (*post hoc* da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [i].

Parâmetros acústicos	Preditor	<i>F</i>	<i>p</i>	Partial η^2	<i>B</i>	<i>SE(B)</i>
F0	Constante	168,251	<0,001*	0,709	148,962	16,966
	Sexo	155,585	<0,001*	0,693	121,061	9,706
	Idade	0,148	0,702	0,002	0,183	0,477
DP F0	Constante	9,541	0,003	0,121	0,498	0,248
	Sexo	10,641	0,002*	0,134	0,463	0,142
	Idade	7,631	0,007*	0,100	0,019	0,007
F1	Constante	277,495	<0,001*	0,801	313,343	21,699
	Sexo	24,536	<0,001*	0,262	61,486	12,413
	Idade	0,328	0,569	0,005	-0,349	0,610
F2	Constante	619,175	<0,001*	0,900	2246,909	98,524
	Sexo	9,492	0,003*	0,121	173,645	56,360
	Idade	0,049	0,825	0,001	-0,615	2,771
F3	Constante	1070,172	<0,001*	0,939	2767,271	92,382
	Sexo	17,192	<0,001*	0,199	219,117	52,847
	Idade	0,014	0,906	0,000	0,307	2,598
F4	Constante	909,644	<0,001*	0,929	3435,164	127,671
	Sexo	39,770	<0,001*	0,366	460,577	73,034
	Idade	4,627	0,035*	0,063	7,724	3,591
Intensidade	Constante	1671,723	<0,001*	0,960	72,636	1,881
	Sexo	1,091	0,300	0,016	1,123	1,076
	Idade	1,311	0,256	0,019	0,061	0,053
<i>Jitter</i>	Constante	38,792	<0,001*	0,360	0,322	0,056
	Sexo	0,606	0,439	0,009	0,025	0,032
	Idade	2,271	0,136	0,032	-0,002	0,002
<i>Shimmer</i>	Constante	11,705	0,001*	0,145	1,307	0,382
	Sexo	0,348	0,557	0,005	-0,129	0,218
	Idade	0,025	0,875	0,000	-0,002	0,011
HNR	Constante	358,744	<0,001*	0,839	27,662	1,506
	Sexo	1,409	0,239	0,020	-1,022	0,861
	Idade	2,073	0,154	0,029	0,061	0,042

Notas. F0 = frequência fundamental; DP F0 = desvio padrão da frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; HNR = harmonic-to-noise ratio; IMC = índice de massa corporal.

No caso do preditor sexo, o coeficiente de regressão não padronizado (*B*) refere-se ao sexo feminino (i.e. o masculino é a categoria de referência).

* $p < 0,05$.

Por último, quanto à vogal [u], a análise de regressão multivariada indicou que a MLG ($A_P = 0,309$, $F(10;58) = 2,597$, $p = 0,011$, $\text{partial } \eta^2 = 0,309$), a idade ($A_P = 0,346$, $F(10;58) = 3,062$, $p = 0,003$, $\text{partial } \eta^2 = 0,346$), o sexo ($A_P = 0,384$, $F(10;58) = 3,614$, $p = 0,001$, $\text{partial } \eta^2 = 0,384$) e a interação entre o sexo e a MLG ($A_P = 0,295$, $F(10;58) = 2,430$, $p = 0,017$, $\text{partial } \eta^2 = 0,295$) apresentaram efeito significativo nos parâmetros acústicos de qualidade vocal. Os resultados da regressão linear múltipla (*post hoc* da regressão multivariada) encontram-se na Tabela 28. A idade apresentou um efeito significativo no DP F0 (porém, a correlação positiva entre a idade e o DP F0 não é significativa: $r(72) = 0,187$, $p = 0,116$) e no F4 (verificou-se uma correlação positiva significativa entre a idade e o F4: $r(72) = 0,240$, $p = 0,042$). A MLG teve um efeito significativo na intensidade do sinal acústico (verificou-se uma correlação negativa significativa entre a MLG e a intensidade: $r(72) = -0,238$, $p = 0,044$). O sexo apresentou um efeito significativo (valores mais elevados para as mulheres) na F0 (masculino: $M = 150,54$, $DP = 32,64$; feminino: $M = 276,61$, $DP = 52,54$) e no DP F0 (masculino: $M = 1,01$, $DP = 0,44$; feminino: $M = 1,42$, $DP = 0,48$). Finalmente, a interação entre o sexo e a MLG apresentou efeito significativo na F0 e no DP F0 (isto é, o efeito da MLG na F0 e no DP F0 varia de acordo com o sexo). Para o sexo masculino, não se verificaram correlações positivas significativas entre a MLG e a F0 ($r(35) = 0,207$, $p = 0,232$) e entre a MLG e o DP F0 ($r(35) = 0,289$, $p = 0,093$); para o sexo feminino, verificou-se correlação negativa significativa entre a MLG e a F0 ($r(37) = 0,414$, $p = 0,011$) e não se verificou correlação negativa significativa entre a MLG e o DP F0 ($r(37) = 0,240$, $p = 0,153$). Os diagramas de dispersão da F0 e do DP F0 *versus* a MLG, de acordo com o sexo, são apresentados na Figura 8.

Tabela 28. Resultados da regressão linear múltipla (*post hoc* da regressão multivariada) para os parâmetros acústicos da vogal [u].

Parâmetros acústicos	Preditor	<i>F</i>	<i>p</i>	Partial η^2	<i>B</i>	<i>SE(B)</i>
F0	Constante	39,659	<0,001*	0,372	89,360	63,238
	Sexo	18,428	<0,001*	0,216	349,051	81,311
	Idade	0,057	0,813	0,001	0,117	0,492
	MLG	3,345	0,072	0,048	0,985	1,045
	Sexo*MLG	9,116	0,004*	0,120	-5,006	1,658
DP F0	Constante	3,685	0,059	0,052	-0,433	0,666
	Sexo	8,934	0,004*	0,118	2,560	0,857
	Idade	4,619	0,035*	0,064	0,011	0,005
	MLG	0,171	0,680	0,003	0,019	0,011
	Sexo*MLG	6,486	0,013*	0,088	-0,044	0,017
F1	Constante	55,598	<0,001*	0,453	377,680	73,896
	Sexo	0,070	0,792	0,001	-25,145	95,015
	Idade	0,335	0,564	0,005	-0,333	0,575
	MLG	0,018	0,893	0,000	-0,397	1,221
	Sexo*MLG	0,297	0,588	0,004	1,055	1,938
F2	Constante	31,102	<0,001*	0,317	783,370	276,755
	Sexo	1,810	0,183	0,026	478,720	355,849
	Idade	0,169	0,683	0,003	0,884	2,152
	MLG	1,194	0,278	0,018	1,236	4,574
	Sexo*MLG	2,057	0,156	0,030	-10,408	7,256
F3	Constante	123,497	<0,001*	0,648	2269,185	367,756
	Sexo	3,446	0,068	0,049	877,749	472,857
	Idade	0,538	0,466	0,008	-2,097	2,860
	MLG	0,018	0,892	0,000	5,983	6,078
	Sexo*MLG	1,896	0,173	0,028	-13,277	9,642
F4	Constante	95,328	<0,001*	0,587	3542,475	561,525
	Sexo	0,063	0,803	0,001	180,763	722,003
	Idade	5,128	0,027*	0,071	9,888	4,366
	MLG	0,167	0,684	0,002	-3,811	9,281
	Sexo*MLG	0,012	0,914	0,000	1,599	14,723
Intensidade	Constante	312,099	<0,001*	0,823	84,147	7,466
	Sexo	0,459	0,500	0,007	6,504	9,600
	Idade	3,483	0,066	0,049	0,108	0,058
	MLG	10,067	0,002*	0,131	-0,199	0,123
	Sexo*MLG	1,299	0,259	0,019	-0,223	0,196
<i>Jitter</i>	Constante	3,171	0,079	0,045	0,125	0,316
	Sexo	1,487	0,227	0,022	0,495	0,406
	Idade	0,141	0,708	0,002	0,001	0,002
	MLG	0,740	0,393	0,011	0,001	0,005
	Sexo*MLG	1,480	0,228	0,022	-0,010	0,008
<i>Shimmer</i>	Constante	3,039	0,086	0,043	0,238	0,823
	Sexo	1,814	0,183	0,026	1,425	1,058
	Idade	0,504	0,480	0,007	-0,005	0,006
	MLG	0,393	0,533	0,006	0,020	0,014
	Sexo*MLG	1,545	0,218	0,023	-0,027	0,022
HNR	Constante	81,862	<0,001*	0,550	36,753	5,938
	Sexo	0,091	0,764	0,001	-2,306	7,635
	Idade	0,009	0,923	0,000	0,004	0,046
	MLG	1,028	0,314	0,015	-0,087	0,098
	Sexo*MLG	0,011	0,916	0,000	0,017	0,156

Notas. F0 = frequência fundamental; DP F0 = desvio padrão da frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; HNR = harmonic-to-noise ratio; MLG = massa livre de gordura.

No caso do predictor sexo, o coeficiente de regressão não padronizado (B) refere-se ao sexo feminino (i.e. o masculino é a categoria de referência).

* $p < 0,05$.

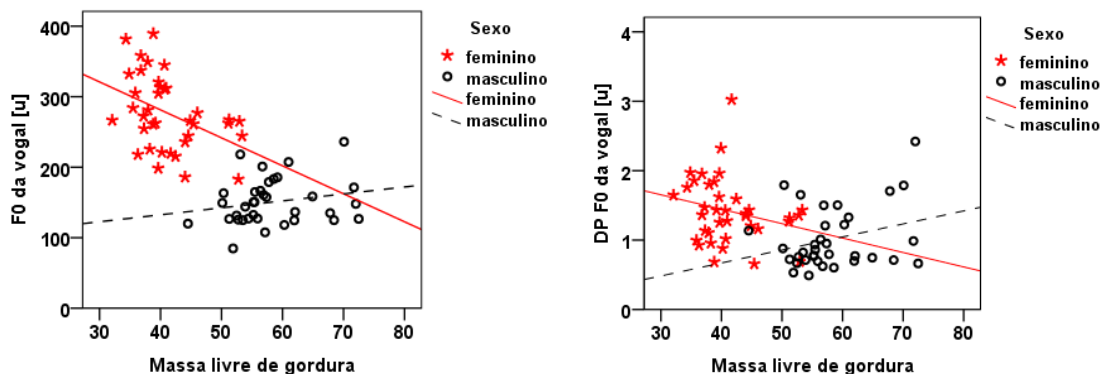


Figura 8. Diagramas de dispersão, com sobreposição das retas de regressão de acordo com o sexo, relativos à F0, à esquerda, e ao DP F0, à direita, *versus* MLG, para a vogal [u].

3.5. Discussão

Os nossos resultados indicaram que aspetos da morfologia humana, tais como o sexo, a idade, o IMC e a MLG, têm consequências sobre a qualidade vocal. Assim, acredita-se que a análise da composição corporal é importante para a compreensão da individualidade vocal.

Os resultados revelaram que o sexo apresentou um efeito significativo nos parâmetros F0, DP F0, F1, F2, F3 e F4 relativamente às vogais [a], [i] e [u], com a exceção do DP F0 para a vogal [a], do F3 para a vogal [i] e dos formantes para a vogal [u]. A relação entre sexo, parâmetros de frequência e frequências de ressonância está de acordo com estudos prévios realizados noutras línguas (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Russell et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994) e no PE (Guimarães & Abberton, 2005). A F0 resulta da massa transversal, do comprimento e da tensão das pregas vocais, assim como do fluxo de ar (Hamdan et al., 2012). Os níveis de hormonas sexuais parecem representar um fator importante para as características morfológicas da laringe, por exemplo, a testosterona aumenta a dimensão e a espessura das pregas vocais (Beckford et al., 1985; Evans et al., 2008; Hamdan et al., 2012). O aumento dos níveis de testosterona em circulação, desde a puberdade, resulta num grande aumento do comprimento ântero-posterior da glote no sexo masculino, o que diminui os valores de F0 (Hollien et al., 1994) e a resistência das vias aéreas à passagem do ar expirado (Venn et al., 1998). A F0 também é dependente do comportamento vocal (Baken & Orlikoff, 2000; Russell et al., 1995), como confirmado nos resultados alcançados.

Os padrões de frequência dos formantes podem ser o resultado da configuração das vias respiratórias e do trato vocal supralaríngeo, os quais desempenham um papel fundamental na qualidade vocal e na fala (Behlau, Madazio, Feijó, & Pontes, 2001; Collins, 2000; Ladefoged & Johnson, 2011; Lieberman, 2012). A evidência de associação entre a dimensão do corpo e a morfologia do trato vocal foi apresentada por Fitch e Giedd (1999), tanto para falantes do sexo masculino como do sexo feminino. Diferenças sexuais no comprimento do trato vocal também foram previamente documentadas, as quais incluíram alterações no comprimento do trato vocal e nas proporções relativas das cavidades oral e faríngea (Fitch & Giedd, 1999; Fant, 1966). A diferença desproporcional entre o comprimento do trato vocal masculino e feminino é devida principalmente a um aumento no comprimento da faringe (Fitch & Giedd, 1999). Os autores concluíram que a diferença, nos adultos, no comprimento do trato vocal é explicada pela descida secundária da laringe nos homens, na puberdade, o que, possivelmente, é uma característica sexual que representa uma adaptação morfológica. A descida da laringe, nos homens, resulta em formantes mais baixos e em menor dispersão entre formantes (Fitch & Giedd, 1999). Uma voz masculina grave pode ser um preditor de dimensão corporal (altura ou peso) e de forma do corpo (na configuração, incluindo medidas de circunferências corporais) (Evans et al., 2008). Além da influência do sexo e, conseqüentemente, do perfil hormonal na ressonância vocal, outras características de composição corporal parecem influenciar a produção de voz. A obesidade pode afetar a ressonância devido a uma redução significativa do lúmen da faringe nestes casos (Fiz et al., 1993; Sapienza & Ruddy, 2009). Considerando os dados de investigações anteriores (Evans et al., 2006, 2008; Fitch & Giedd, 1999; Fiz et al., 1993; Sapienza & Ruddy, 2009), acreditou-se que as frequências dos formantes poderiam fornecer uma pista para a identificação de características de composição corporal, mas os resultados obtidos não permitiram verificar esta questão, ou seja, não se conseguiu encontrar uma influência da composição corporal nos formantes. Considerando que a amostra populacional estudada não incluiu um número significativo de indivíduos com variabilidade do morfotipo (como pode ser visto na Tabela 25), os nossos resultados são possivelmente e principalmente explicados por esta restrição. No entanto, considera-se que os formantes não parecem ser muito afetados por pequenas variações na dimensão transversal de uma determinada área do trato vocal comparativamente à influência que se pode esperar na existência de depósitos de gordura ao longo de todo o trato vocal (como será discutido seguidamente, atendendo à análise de outros resultados interessantes). Os formantes são correlatos de filtros/ressoadores, que, de certa forma, justificam essa falta de influência direta. Assim, sugere-se que outros aspetos da morfologia do trato vocal, como as configurações articulatórias, associados à composição corporal, possam desempenhar um papel-chave na individualidade da qualidade vocal. Porém, os resultados

obtidos corroboram Collins (2000) e Hamdan et al. (2012, 2013, 2014). González (2004) encontrou uma fraca relação entre os formantes e a dimensão corporal em adultos, embora maior para falantes do sexo feminino. Em primeiro lugar, ele afirmou que, nos humanos, o controlo motor da laringe é voluntário (devido a uma inervação neural direta do córtex motor para os núcleos do tronco cerebral) e os formantes podem ser grandemente influenciados pela alteração da dimensão e da configuração do trato laríngeo (Gonzalez, 2004). Por outro lado, a descida da laringe e o alongamento do trato vocal, considerando a posição bípede, poderia explicar a libertação do trato vocal humano, ao nível do seu comprimento, das limitações relacionados com o tamanho do esqueleto (Fitch, 1997). González (2004) sugeriu que a função original da descida da laringe nos primeiros hominídeos estaria relacionada com o exagero da impressão de dimensão corporal, sugestão esta suportada pela ideia de que o grau de dimorfismo sexual estaria associado ao grau de descida da laringe humana. Nos homens, o trato vocal pode estar mais dissociado da dimensão esquelética (e corporal), porque a laringe desceu para uma posição mais baixa no pescoço, comparativamente às mulheres (González, 2004). Fitch e Giedd (1999) salientaram o efeito acústico independente do alongamento do trato vocal e o alongamento das pregas vocais, embora ambas as alterações possam influenciar os formantes mais baixos ou a sua menor dispersão.

No presente estudo, foi verificado que o IMC teve um efeito significativo no HNR para a vogal [a]. O parâmetro HNR relaciona a componente harmónica *versus* a componente de ruído da onda acústica (Boersma & Weenink, 2012), para obter uma estimativa do ruído glótico (Yumoto, Gould & Baer, 1982). A componente harmónica do sinal acústico é composta por F0 e seus harmónicos e a componente não-harmónica contém as restantes medidas de frequência do espectro (Parsa & Jamieson, 2001). Assim, quanto mais elevada a frequência, maior a componente harmónica da onda acústica, apresentando as mulheres valores mais elevados de HNR que os homens (Behlau et al., 2001). Pode ponderar-se, assim, a existência de uma voz mais disfónica em indivíduos com maior HNR (Yumoto et al., 1982) e em indivíduos com IMC mais elevado. Desta forma, pode concluir-se que a qualidade vocal de um indivíduo com excesso de peso parece ser pior, sendo caracterizada pela presença de ruído glótico. Esta correlação é muito importante para o estudo de qualidade vocal e realça resultados de estudos anteriores (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2010). Uma qualidade vocal caracterizada por rouquidão e soprosidade predominantes, bem como menor F0, são características de obesidade no sexo feminino (Bortolotti & Silva, 2005). A voz de indivíduos obesos é mais rouca e soprada, apresentando valores mais elevados de *jitter*, *shimmer* e de ruído (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2011). O nosso resultado parece estar relacionado com a acumulação de gordura no abdómen e no tórax, prejudicando desta forma a

capacidade vital e a coordenação pneumofonoarticulatória. Por conseguinte, estes factos podem estar relacionados com a eficiência motora da laringe. Segundo Bortolotti e Silva (2005) e Solomon et al. (2011), pode haver uma associação entre a obesidade e o aumento da massa de tecido nas vias aéreas laríngea e faríngea, no pescoço e na parede torácica, o que pode afetar a função vocal. Além disso, a obesidade está relacionada com a presença de gordura na parte superior do corpo, o que leva a um aumento do tecido mole da faringe ou do tecido linfóide (Da Cunha et al., 2011). Como consequência, a MG existente na face, região molar, úvula, palato mole, língua, paredes laterais e posteriores da faringe, região anterior e posterior da laringe e no tórax parece afetar a fonação (Bortolotti & Silva, 2005; Moura, 1996). Estas características morfológicas podem estar relacionadas com irregularidades na vibração das pregas vocais e com a redução da pressão subglótica (Da Cunha et al., 2011). Na nossa opinião, isto ocorre devido a uma diminuição da energia do ar expirado e devido a diminuição da capacidade vital verificada em indivíduos com excesso de peso e com obesidade (Bortolotti & Silva, 2005; Lavoie et al., 2006; Valerio et al., 2009; Salome et al., 2010). Aloé et al. (1997) bem como Moura (1996) sugeriram que a rugosidade pode ser explicada pelo ruído produzido pelos tecidos moles da orofaringe, sendo independentemente do ruído produzido a partir dos movimentos ondulatórios da mucosa da prega vocal. A obesidade pode afetar a produção vocal porque limita a vibração das pregas vocais (Acurio et al., 2014). No entanto, os autores também detetaram uma redução significativa no parâmetro HNR após sobrecarga vocal num grupo de indivíduos com peso normal, comparativamente a um grupo com excesso de peso; e um aumento da F0 e do HNR depois de sobrecarga vocal no grupo com excesso de peso em detrimento do grupo de indivíduos de peso normal (Acurio et al., 2014). O nosso resultado também pode ser explicado pelo facto de que os falantes obesos apresentam duas vezes mais probabilidade de terem resultados laringoscópicos alterados em comparação com falantes não-obesos. Isso pode estar relacionado com uma maior incidência de refluxo laringofaríngeo nestes indivíduos, causando inflamação da mucosa das pregas vocais e, consequentemente, irregularidades na sua vibração (Da Cunha et al., 2009, 2011; Di Francesco et al., 2004; Koufmann, 1995; Pribuisiene et al., 2006; Sataloff et al., 1997).

Assim, com base nos dados acima referidos e no resultado por nós alcançado, pode-se esperar que os parâmetros acústicos de ruído possam fornecer uma pista sólida acerca da dimensão corporal. No entanto, o resultado obtido não permite estabelecer relações causais entre IMC e HNR. Adicionalmente, não se conseguiu verificar nenhuma associação entre parâmetros acústicos de perturbação (*jitter* e *shimmer*) e características morfológicas, contradizendo os resultados de Bortolotti e Silva (2005) e de Da Cunha et al. (2009, 2011).

Os resultados obtidos apontaram, ainda, para um efeito negativo significativo de MLG na intensidade do sinal acústico, para a vogal [u]. Pode refletir-se sobre as razões por detrás destes resultados. A intensidade do sinal acústico depende essencialmente da resistência que a glote oferece à passagem de ar proveniente dos pulmões. Ele também depende de outros fatores, dois deles relacionados com a pressão subglótica: o fluxo de emissão de ar, a quantidade de ar emitida e a configuração do trato vocal (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007). Além disso, estes fatores parecem ser dependentes da musculatura intrínseca da laringe e da sua dinâmica durante a atividade fonatória. Quanto mais elevada a pressão subglótica, maior é a velocidade e a quantidade de ar emitido (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007). Os resultados alcançados, particularmente aqueles relativos à MLG, permitem compreender melhor como é que a morfologia corporal, nomeadamente ao nível da laringe e, particularmente, da glote, podem influenciar a qualidade vocal. Este resultado pode ser interpretado de duas formas:

- (1) A MLG diz respeito a todos os químicos e tecidos orgânicos livres de gordura existentes no corpo, nomeadamente o tecido músculo-esquelético, os ossos, a água e as outras componentes (Heyward & Stolarczyk, 1996; Wilmore & Costill, 2001). A MLG relaciona-se com o dimorfismo sexual, com implicações na laringe, tal como descrito anteriormente. A proporção de MLG está associada à proporção de MG; o valor considerado neste estudo foi um valor absoluto, que pode ser similar num atleta ou num indivíduo obeso. Investigadores, tais como Da Cunha et al. (2011) concluíram que uma acumulação excessiva de gordura na laringe afeta as forças mioelásticas e aerodinâmicas necessárias ao ajustamento laríngeo para uma fonação adequada. O padrão de distribuição da MG no trato vocal tem consequências nas vias aéreas superiores, com um estreitamento da traqueia e das cavidades laríngea, faríngea e nasal (Aloé et al., 1997). Como consequência, falantes com excesso de peso podem apresentar um padrão expiratório ineficiente, sendo essa dificuldade decisiva para uma adequada fonação. Isto poderá ser explicado por uma redução da função e sensibilidade dos quimiorrecetores respiratórios, compensada pelo aumento da atividade dos músculos dilatadores da faringe (Aloé et al., 1997). Estes indivíduos também podem apresentar redução da capacidade vital aliada à falta de coordenação pneumofonoarticulatória (Bortolotti & Silva, 2005) e reduzida pressão subglótica (Da Cunha et al., 2009, 2011). Com um aumento de peso, a quantidade de pressão subglótica necessária para colocar as pregas vocais em vibração aumenta (Solomon et al., 2011), o que provavelmente é explicada pelo possível aumento do volume do tecido laríngeo. Os resultados alcançados estão de acordo com Hamdan et al. (2014), os quais verificaram uma diminuição do valor do parâmetro *loudness* em indivíduos submetidos a cirurgia bariátrica, porém os autores não encontraram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros

acústicos em pacientes avaliados no período pré-operatório *versus* o período pós-operatório. No entanto, Barsties et al. (2013) relataram valores significativamente mais elevados de intensidade máxima e mínima, assim como do nível de pressão sonora (SPL), durante a produção de fala, para o grupo de obesos, em comparação com os grupos de peso normal e abaixo do peso. Atendendo à constituição histológica das pregas vocais, não há dados na literatura que indiquem a presença de tecido adiposo nesta área (Hirano, 1977; Behlau, Azevedo & Madazio, 2001). Por conseguinte, podemos concluir que falantes com uma quantidade elevada de MLG e, também, de MG manifestam pior eficiência respiratória e, como consequência, apresentam menor intensidade vocal. A relação existente entre a composição corporal (nomeadamente ao nível da proporção de gordura) e a qualidade vocal diz respeito à influência que o suporte respiratório, abdominal, apresenta na fonação (Sataloff, 2005; Sapienza & Ruddy, 2009);

- (2) As estratégias envolvidas na produção de F0 mais elevado e de uma maior intensidade vocal estão relacionadas. Estas podem ser influenciadas pela composição corporal. Uma voz masculina, caracterizada com um *pitch* e um *loudness* reduzidos, apresenta menos ciclos vibratórios, sendo perçetivamente associada a maiores irregularidades vibratórios em comparação com a voz das mulheres. Pelo contrário, um *pitch* elevado tende a ter maior *loudness* atendendo à dinâmica da laringe, ou seja, o aumento da tensão muscular laríngea gera maior resistência glótica e, por conseguinte, um som mais intenso (Behlau et al., 2001). Nós encontramos uma interação entre a variável sexo e a MLG na F0 (embora para o DP F0 não tenha sido significativa a correlação), ou seja, mulheres com maior quantidade de MLG têm menor F0. Estes resultados estão parcialmente de acordo com Hauser et al. (1993) e com Evans et al. (2006). Os autores concluíram que uma F0 reduzida sugere uma prega vocal grande e pesada, sendo também indicador de indivíduos com uma configuração corporal maior, particularmente com uma grande dimensão muscular na parte superior do corpo. Da Cunha et al. (2009) justificaram uma associação entre variáveis acústicas (nomeadamente, os parâmetros F0 e ruído) e obesidade através das características de comprimento e massa das pregas vocais, especialmente nos homens. Atendendo à associação entre MLG e MG, podemos acrescentar outros factos para o desenvolvimento deste raciocínio. Os homens tendem a desenvolver obesidade do tipo androide, em que a gordura se acumula centralmente, ao contrário das mulheres, que tendem à acumulação de gordura na região glútea e femoral, nomeadamente, a obesidade do tipo ginoide (Raskin, Pinto-Neto, Paiva, Raskin & Matinez, 2000). A dinâmica vocal e a distribuição de gordura no corpo dependem de uma variável comum que é o perfil hormonal do indivíduo, nomeadamente os estrogénios, a progesterona e os androgénios em circulação (Blouin et al.,

2008). Além disso, a obesidade abdominal prejudica a função ventilatória, sendo possível que a deposição de gordura abdominal em mulheres não é elevada o suficiente para afetar negativamente a função pulmonar (Harik-Khan, Wise, & Fleg, 2001). Estes factos, juntamente com a interpretação de nossos resultados, podem fortalecer a nossa crença sobre as consequências da distribuição da gordura (no tronco e na área visceral) sobre a eficiência respiratória e, conseqüentemente, na intensidade da voz produzida. Um estudo com uma amostra mais numerosa, que permitisse a comparação dos parâmetros acústicos e das variáveis associadas à gordura corporal entre sexos, poderia explicar com mais precisão estas hipóteses.

O padrão de distribuição de gordura corporal é dependente da idade, do dimorfismo sexual, do tipo corporal e da idade de desenvolvimento da obesidade. O somatótipo, ou tipo morfológico, é uma forma de classificação de indivíduos com base na sua configuração corporal (Carter & Heath, 1990). Considerando-se as variáveis do somatótipo analisadas, o somatótipo médio dos homens foi de 4,37–4,37–2,24 e, no caso das mulheres foi de 5,15–3,64–2,24 (Tabela 25). A nossa amostra era basicamente endomorfa, não mostrando uma representatividade e variabilidade de somatótipos que nos permitisse encontrar relações entre as variáveis de qualidade vocal e o somatótipo. Os valores médios do SAD e do SDD também refletiram essa característica. No entanto, a estatura média e o peso médio dos indivíduos do sexo masculino e feminino que constituíam a nossa amostra, estão dentro dos parâmetros normais para a população portuguesa (Garcia & Quintana-Domeque, 2007; Feliz, 2003; Nobre et al., 2004; Padez, 2003), mostrando, assim, uma elevada prevalência de indivíduos com excesso de peso na população adulta, em países e cidades desenvolvidas. A amostra analisada, com uma variação limitada de somatótipos, pode ter subestimado a força das correlações verificadas.

Apesar da inexistência de relações significativas entre somatótipo e variáveis de produção vocal, são apresentadas seguidamente algumas reflexões. Como descrito anteriormente, o IMC teve um efeito significativo sobre HNR, para a vogal [a], e a MLG correlacionou-se com a intensidade do sinal acústico, para a vogal [u]. Neste sentido, pode-se pensar numa consequência similar do somatótipo nos parâmetros de qualidade vocal, o que provavelmente poderia ser verificado se a nossa amostra apresentasse representatividade de somatótipos. As componentes de endomorfismo e de mesomorfismo dão indicações da MC individual relativa. Além disso, o componente de ectomorfismo diminui com o aumento do endomorfismo e do mesomorfismo (Carter & Heath, 1990). Falantes com maior IMC têm uma maior quantidade de massa magra, como é o caso dos atletas, mas também uma maior quantidade de MG, no caso de indivíduos com excesso de peso. No primeiro caso, os indivíduos são predominantemente mesomorfos e a sua eficiência motora para a produção de fala parece

ser fornecida pelo grande desenvolvimento de massa muscular. Todavia, de acordo com a relação verificada entre a MLG e a intensidade do sinal acústico, supramencionada, podemos supor que os indivíduos predominantemente mesomorfos podem apresentar menor intensidade vocal. No entanto, tivemos apenas dois atletas na amostra, por isso sabemos que esta hipótese, mesmo sendo verdade, não é suportada pela amostra estudada. No segundo caso, indivíduos grandes e maciços podem apresentar um morfotipo predominantemente endomorfo e, na nossa opinião, a grande concentração de massa na pelve pode diminuir a capacidade vital, dificultando a coordenação pneumofonoarticulatória, com consequências na intensidade vocal. Consequentemente, supomos que se um falante é predominantemente endomorfo pode ter pior qualidade vocal. Isto pode ser indicado pela relação mencionada entre o IMC e o HNR. Assim, no caso de variáveis relativas ao somatótipo, devem ser considerados estudos futuros com uma amostra aleatória de falantes do PE, para uma compreensão mais aprofundada da importância destas variáveis na qualidade vocal e na qualidade das vogais.

Conclui-se também que o comportamento das vogais analisadas não foi semelhante. Este facto pode salientar a nossa explicação de que os parâmetros acústicos estão relacionados com outros aspetos da morfologia do trato vocal, como configurações articulatórias particulares, do que relacionadas exclusivamente com a composição corporal. González (2004) também encontrou diferenças para o valor dos formantes de acordo com o comportamento vocal produzido. Considerando que as vogais são produzidas com um trato vocal sem contrições (Baer, Gore, Gracco & Nye, 1991), os parâmetros acústicos são determinados sobretudo pelo comprimento e a configuração de todo o trato vocal em detrimento da posição da língua e do palato mole (Baer et al., 1991; Moore, 1992; Maurer, Hess & Gross, 1996). No entanto, investigadores tais como Acurio et al. (2014), Barsties et al. (2013) e Hamdan et al. (2012, 2013, 2014), analisaram os parâmetros acústicos apenas com base na produção sustentada de uma vogal (nomeadamente a vogal [a]), o que se considera ser, na nossa opinião, insuficiente pois essas variáveis são dependentes do comportamento vocal realizado (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007; Ladefoged & Johnson, 2011).

Os resultados e respetivas conclusões apresentadas ao longo deste estudo têm uma variedade de aplicações práticas. Para a Fonética Forense, pode ser possível formular um julgamento quanto à composição corporal, sexo e/ou idade do falante, com base nas relações entre os parâmetros acústicos e a morfologia do trato vocal: (a) F0 (no caso da vogal [a]) e o DP F0 (no caso das vogais [a], [i] e [u]) e F4 (para as vogais [i] e [u]) relacionaram-se com a idade, existindo uma interação entre a idade e o sexo para a vogal [a]; (b) F0, DP F0, F1, F2, F3 e F4 revelaram associação com a variável sexo, com exceção do DP F0 para a vogal [a], e todos os formantes no caso da vogal [u]; (c) HNR relacionou-se com o IMC para a vogal [a]; finalmente,

a intensidade do sinal acústico revelou associação com a variável MLG apenas para a vogal [u]. Uma segunda potencial aplicação é na área da patologia vocal. Considerações sobre a composição corporal dos falantes nos protocolos de avaliação vocal, permitiriam ao terapeuta desenvolver o tratamento mais adequado, podendo auxiliar na redução de recidivas.

Neste estudo, as vogais [a], [i] e [u] foram estudadas num contexto isolado, através da fonação sustentada. Seria importante estudar estes segmentos no contexto de fala e compará-los com os dados apresentados. Amostras de fala sequencial, devido à sua complexidade, permitem a análise de aspetos segmentais e suprasegmentais envolvidos no processo da comunicação, permitindo uma descrição mais detalhada das alterações no desempenho de vozes patológicas (Morsomme & Jamart, 2001).

3.6. Conclusão

A qualidade vocal de um determinado indivíduo pode ser explicada pela sua composição corporal, a qual por ser intrínseca a si mesmo, é difícil de controlar e de modificar. Mostrou-se que a dimensão corporal está relacionada com a qualidade vocal, através do efeito negativo que o IMC apresentou no parâmetro HNR. A MLG também revelou um efeito negativo na intensidade do sinal acústico. Com base nos nossos resultados, é suportada a hipótese de que a composição corporal pode ter um efeito sobre a qualidade da voz. Todavia, este efeito pode não se relacionar necessariamente com a quantidade de gordura presente na laringe e ao longo do trato vocal (Da Cunha et al., 2009, 2011; Solomon et al., 2011). Acreditamos que a influência da composição corporal, nomeadamente da proporção de gordura, sobre a função pulmonar pode ter um impacto fundamental na pressão subglótica e, consequentemente, na eficiência glótica. Conclui-se que os parâmetros acústicos relacionados com a dinâmica vocal (em particular, a intensidade) refletem fatores extralinguísticos importantes, associados com a composição corporal. O parâmetro HNR também tem um contributo interessante. Toda esta informação é essencial para caracterizar a individualidade vocal de determinado falante (Ní Chasaide & Gobl, 1999; Kuwabara & Sagisaka, 1995) e tem uma importância considerável para a compreensão da qualidade vocal. Acreditamos que os parâmetros morfológicos podem ser marcadores extralinguísticos de patologia vocal, indicados por parâmetros acústicos, podendo também determinar a qualidade vocal e configurações fonéticas particulares. Os resultados alcançados também permitiram concluir que as propriedades dos segmentos fonéticos produzidos também parecem ser influenciadas por características anatómicas intrínsecas ao falante (ajustes fonéticos específicos), tal como verificado através da influência da idade e do sexo na F0, no DP F0 e nas frequências dos formantes.

Os resultados alcançados também podem contribuir para a investigação Fonética de uma determinada língua, especialmente do PE. Pode caracterizar a variabilidade extralinguística de uma determinada comunidade ou grupo morfológico (por exemplo, indivíduos com excesso de peso) e a individualidade vocal. O desenvolvimento de conhecimento dentro de padrões extralinguísticos numa língua em particular permite a compreensão de padrões linguísticos menos comuns, mas proeminentes, e a compreensão da individualidade vocal, especialmente ao nível da constituição anatómica do falante e dos ajustes desenvolvidos na fala.

3.7. Referências

- Aloé, F., Pedroso, A., Tavares, S., & Barbosa, R. C. (1997). Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *Fono Atual*, 1, 34–39.
- Andrews, M. L. (2006). Sex, gender, and effects on voice. In M. L. Andrews (Ed.), *Manual of voice treatment – Pediatrics through geriatrics* (3rd ed., pp. 488–523). New York, USA: Delmar Learning.
- Baer, T., Gore, J. C., Gracco, L. C., & Nye, P. W. (1991). Analysis of vocal tract shape and dimensions using magnetic resonance imaging: Vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 90, 799–828.
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical Measurement of Speech and Voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Beckford, N. S., Schain, D., Roor, S. R., & Schanbacher, B. (1985). Androgen stimulation and laryngeal development. *Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 94, 634–640.
- Behlau, M., Azevedo, R., & Pontes, P. (2001). Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In M. Behlau (Ed.), *Voz: O Livro do especialista* (Vol. I, pp. 53–84). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In M. Behlau (Ed.), *Voz: O Livro do especialista* (Vol. I, pp. 85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Blouin, K., Boivin, A., & Tchernof, A. (2008). Androgens and body fat distribution. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 108, 272–280.
- Boë, L. J., Badin, P., Ménard, L., Captier, G., Davis, B., MacNeilage, P., Sawallis, P., & Sawallis, T. R. (2013). Anatomy and control of the developing human vocal tract: A response to Lieberman. *Journal of Phonetics*, 41, 379–392.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. Retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Bortolotti, P., & Silva M.A. (2005). Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149–160.

- Carter, J. E. L. (2002). *The Heath-Carter anthropometric somatotype: Instruction manual*. San Diego State, CA: University San Diego.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping development and applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Collins, S.A. (2000). Men's voices and women's choices. *Animal Behaviour*, 60, 773–780.
- Da Cunha M. G. B., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2009). Morbid obesity and its relationship to voice alterations. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 22, 76–81.
- Da Cunha, M.G., Passerotti, G.H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2011). Voice feature characteristics in morbid obese population. *Obesity Surgery*, 21, 340–344.
- Dogan, M., Eryuksel, E., Kocak, I., Celikel, T. & Sehitoglu M. A. (2007). Subjective and objective evaluation of voice quality in patients with asthma. *Journal of Voice*, 21, 224–230.
- Di Francesco, V., Baggio, E., Mastromauro, M., Zoico, E., Stefenelli, N., Zamboni, M., Panourgia, M.P., Frulloni, L., Bovo, P., Bosello, O., & Cavallini, G. (2004). Obesity and gastro-esophageal acid reflux: physiopathological mechanisms and role of gastric bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 14, 1095–1102.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77–97.
- Eadie, T. L., & Doyle, P. C. (2005). Classification of dysphonic voice: Acoustic and auditory-perceptual measures. *Journal of Voice*, 19, 1–14.
- Engbers, M., Vachier, I., Sterk, P., Bourdin, A., Gras, D., Godard, P., & Chanez, P. (2010). Mild asthma in overweight women: A new phenotype? *Respiratory Medicine*, 104, 1138–1144.
- Evans, S., Neave, N., Wakelin, D., & Hamilton, C. (2008). The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiology & Behavior*, 93, 783–788.
- Evans, S., Neave, N., & Wakelin, D. (2006). Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: An evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Psychology*, 72, 160–163.
- Fant, G. (1966). A note on vocal tract size factors and nonuniform *F*-pattern scalings. *Speech Transactions Laboratory Quarterly Progress and Status Report*, 4, 22–30.
- Fitch, T. W. (1997). Vocal tract length perception and formant frequency dispersion correlate with body size in rhesus macaques. *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 1213–1222.
- Fitch, T. W., & Giedd, J. (1999). Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1511–1522.
- Fiz, J. A., Morera, J., Abad, J., Belsunces, A., Haro, M., Fiz, J. I., Jane, R., Caminal, P., & Rodenstein, D. (1993). Acoustic analysis of vowel emission in obstructive sleep apnea, *Chest*, 104, 1093–1096.
- Gonzalez, J. (2003). Estimation of speakers' weight and height from speech: a re-analysis of data from multiple studies by Lass and colleagues. *Perceptual and Motor Skills*, 96, 297–304.
- González, J. (2004). Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.

- Guerre-Millo, M. (2004). Adipose tissue and adipokines: for better or worse. *Diabetes & Metabolism*, 30, 13–19.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Guimarães, I. (2007). *A Ciência e a Arte da Voz Humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Hamdan, A. L., Al-Barazi, R., Tabri, D., Saade, R., Kutkut, I., Sinno, S., & Nassar, J. (2012). Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.
- Hamdan, A. L. H., Al-Barazi, R., Khneizer, G., Turfe, Z., Sinno, S., Ashkar, J., & Tabri, D. (2013). Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice*, 27, 567–571.
- Hamdan, A.L., Safadi, B., Chamseddine, G., Kasty, M., & Turfe, Z. A. (2014). Effect of weight loss on voice after bariatric surgery, *Journal of Voice*, 28, 618–623.
- Hand, D., & Taylor, C. (1987). *Multivariate analysis of variance and repeated measures: A practical approach for behavioural scientists*. London, UK: Chapman & Tall.
- Hauser, M. D., Evans, C. S., & Marler, P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–433.
- Harik-Khan, R. I., Wise, R. A., & Fleg, J. L. (2001). The effect of gender on the relationship between body fat distribution and lung function. *Journal of Clinical Epidemiology*, 54, 399–406.
- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Hirano, M. (1977). Structure and vibratory behavior of the vocal folds. In T. Sawashimu & F. Cooper (Ed.), *Dynamic aspects of speech production* (pp. 13–27). Tokyo, Japan: University of Tokyo Press.
- Hollien, H., Green, R., & Massey, K. (1994). Longitudinal research on adolescent voice changes in males. *Journal of Acoustical Society of America*, 96, 2646–2654.
- Horner R. L., Mohiaddin, R. H., Lowell, D. G., Shea, S. A., Burman, E. D., Longmore, D. B., & Guz, A. (1989). Sites and sizes of fat diposits around the pharynx in obese patients with obstructive sleep apnoea and weight matched controls. *European Respiratory Journal*, 2, 613–622.
- IBM Corp. Released. 2013. *IBM SPSS Statistics for Windows*, Version 22.0. Armonk, NJ: IBM Corp.
- Koufmann, J. (1995). Gastroesophageal reflux and voice disorders. In J. S. Rubin, R. T. Sataloff, G. Korovin, & W. J. Gould (Eds.), *Diagnosis and treatment of voice disorders* (pp. 161–175). New York, NJ: Igaku-Shoin.
- Künzel, H. J. (1989). How well does average fundamental frequency correlate with speaker height and weight? *Phonetica*, 46, 117–125.
- Kuwabara, H., & Sagisaka, Y. (1995). Acoustic characteristics of speaker individuality: Control and conversation. *Speech Communication*, 16, 165–173.
- Ladefoged, P. & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, USA: Wadsworth, Cengage Learning.

- Laver, J. & Trudgill, P. (1979). Phonetic and linguistic markers in speech. In K. R. Scherer & H. Giles (Ed.), *Social markers in speech* (pp. 1–26). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lavoie, K. L., Bacon, S. L., Labrecque, M., Cartier, A., & Ditto, B. (2006). Higher BMI is associated with worse asthma control and quality of life but not asthma severity. *Respiratory Medicine*, 100, 648–657.
- Lessard, A., Turcotte, H., Cormier, Y., & Boulet, L. P. (2008). Obesity and asthma: a specific phenotype? *Chest*, 134, 317–323.
- Lieberman, P. (2012). Vocal tract anatomy and the neural bases of talking. *Journal of Phonetics*, 40, 608–622.
- Malina, R. M. (2005). Variation in body composition associated with sex and ethnicity. In S. B. Heymsfield, T. G. Lohman, Z. M. Wang, et al. (Ed.), *Human Body Composition* (2nd ed., pp. 271–298). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Maurer, D., Hess, M., & Gross, M. (1996). High-speed imaging of vocal fold vibrations and larynx movements within vocalizations of different vowels. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 105, 975–981.
- Moore, C. A. (1992). The correspondence of vocal tract resonance with volumes obtained from magnetic resonance images. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 35, 1009–1023.
- Moura, S. M. G. P. T. (1996). *Efeito agudo do CPAP nasal no controle ventilatório e na capacidade de exercício de pacientes normocápnicos com síndrome de apnéia do sono obstrutiva* (Doctoral dissertation). Universidade Estadual Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- Morsomme, D. & Jamart J. (2001). Comparison between the GIRBAS scale and the acoustic and aerodynamic measures provided by EVA for the assessment of dysphonia following unilateral vocal fold paralysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 53, 317–325.
- Ní Chasaide, A., & Gobl, C. (2013). Voice source variation. In W. Hardcastle, J. Laver, & F.E. Gibbon (Eds.), *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., pp. 281–295). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Parsa, V., & Jamieson, D. G. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Petroski, E. L. (1995). *Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos* (Doctoral dissertation). Universidade Federal Santa Maria, RS, Brasil.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., Kupcinskas, L., & Jonaitis, L. (2006). Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. *Journal of Voice*, 20, 128–136.
- Raskin, D., Pinto-Neto, A., Raskin, L., Martinez, E. (2000). Fatores associados à obesidade e ao padrão andróide de distribuição da gordura corporal em mulheres climatéricas. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 22, 435–441.
- Ross, W. D., & Wilson, B. D. (1973). A somatotype dispersion distance. *Research Quarterly*, 44, 372–374.
- Ross, W. D., Carr, R., & Carter, J. E. L. (1999). *Anthropometry Illustrated* (CD-Rom) [Computer software]. Surrey, CAN: Turnpike Electronic Publications, Inc.

- Russell, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 101–109.
- Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology*, 108, 206–211.
- Sapienza, C., & Ruddy, B. H. (2009). Voice disorders: a textbook. Plural Publishing, San Diego, CA.
- Sataloff, R. T. (2005). *Professional voice: the science and art of clinical care* (3rd ed.). San Diego, CA: Plural Publishing.
- Sataloff, R., Castell, O., Satalof, M., Spiegel, J., & Hawkshaw, M. (1997). Reflux and other gastroenterological conditions that may affect the voice. In R. T. Sataloff (Ed.), *Professional voice: the science and art to clinical care* (2nd ed., pp. 319-329). San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Schwartz, A. R., Patil, P. S., Laffan, A. M., Polotsky, V., Schneider, H., & Smith, P. L. (2008). Obesity and obstructive sleep apnea: Pathogenic mechanisms and therapeutic approaches. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 5, 185–192.
- Sussman, J.E., & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8, 145–56.
- Teles, V.C., & Rosinha, A.C.U. (2008). Acoustic analysis of formants and measures of the sonorous signal disturbance in non-smoker and non-alcoholic women without vocal complaints. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 12, 523–530.
- Valerio, M. A., Molly Gong, Z., Wang, S., Bria, W. F., Johnson, T. R., & Clark, N. M. (2009). Overweight women and management of asthma. *Women's Health Issues*, 19, 300-305.
- Venn, A., Lewis, S., Cooper, M., Hill, J., & Britton, J. (1998). Questionnaire study of effect of sex and age on the prevalence of wheeze and asthma in adolescence. *British Medical Journal*, 316, 1945–1946.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento*. 2nd ed. Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana.
- Weisberg, S. P., McCann, D., Desai, M., Rosenbaum, M., Leibel, R. L., & Ferrante, Jr. A. W. (2003). Obesity is associated with macrophage accumulation in adipose tissue. *Journal of Clinical Investigation*, 112, 1796–1808.
- Wilmore J. H., & Costill, D. L. (2001). *Fisiologia do esporte e do exercício*. São Paulo, Brasil: Manole.
- Yumoto, E., Gould, W. J., & Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71, 1544–1550.

CAPÍTULO 4

COMPOSIÇÃO CORPORAL E SOMATÓTIPO DE FALANTES ADULTOS NORMAIS E DISFÔNICOS²

4.1. Resumo

A qualidade vocal fornece informação sobre as características anatómicas do falante. O estudo do somatótipo e da composição corporal pode fornecer conhecimento essencial para caracterizar a individualidade da qualidade vocal. O objetivo deste estudo é verificar se existem diferenças significativas no somatótipo e na composição corporal entre falantes normais e disfônicos. **Desenho de estudo.** Estudo transversal. **Métodos:** Foram efetuadas medidas antropométricas de superfície a 72 adultos (40 falantes normais e 32 falantes disfônicos) de acordo com as normas ISAK, permitindo o cálculo das componentes de endomorfismo, mesomorfismo, ectomorfismo, DC, IMC, MG, %MG e MLG. Realizaram-se avaliações perceptiva e acústica e utilizou-se a nasoendoscopia para categorizar os falantes como normais ou disfônicos. **Resultados:** Não se verificaram diferenças significativas entre falantes normais e disfônicos na média do SAD e do SDD [apesar das diferenças marginalmente significativas ($p < 0,10$) no SAD e no SDD entre os grupos] e no vetor de valores médios das componentes do somatótipo. Adicionalmente, não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos, no que diz respeito à média da %MG, MG, MLG, DC e IMC após se retirar o efeito do sexo. **Conclusões:** Os resultados indicaram a não existência de diferenças relativamente às variáveis de somatótipo e de composição corporal entre falantes normais e disfônicos.

Palavras-chave: Somatótipo; Composição corporal; Disfonia; Perturbações vocais; Qualidade vocal.

4.2. Introdução

O conceito de qualidade vocal resulta de um conjunto de traços distintivos constantemente presentes na produção da fala de uma determinada pessoa (Abercrombie, 1967; Laver, 1980). Estas características incluem não só a componente orgânica (relativa às estruturas do trato vocal) mas também a componente fonética ou funcional (o uso das estruturas, isto é, a

² Franco, D., Fragoso, I., Andrea, M., Teles, J., Martins, F. (2015). Somatotype and body composition of normal and dysphonic adult speakers. *Journal of Voice*. In Press. In: <http://dx.doi.org/10.1016/j.voice.2015.11.020>

função desempenhada). O estudo destes traços é fundamental para caracterizar a qualidade vocal, com interesse especial quando o falante tem uma perturbação vocal ou disfonia.

A prática clínica coloca alguns desafios ao terapeuta da fala, eles mesmos promotores do estudo da variabilidade de produção de fala. Questões como evolução lenta ou ineficaz e as recidivas no processo de reabilitação da voz patológica fazem com que a investigação focada nas características físicas intrínsecas ao falante seja importante. Estas características físicas intrínsecas ao falante podem explicar a sua individualidade vocal. Além disso, na nossa opinião, a identificação de biomarcadores – isto é, uma característica que ocorre naturalmente por meio de um processo patológico ou fisiológico particular, a doença, e que pode ser identificada – de disfonia é de extrema importância na prática clínica (Biomarkers Definition Working Group, 2001; Strimbu & Tavel, 2010).

O fenómeno de produção de voz e de fala parece ser melhor compreendido se analisarmos a condição morfológica do falante. Muitos dos fatores que determinam a qualidade vocal estão para lá do controle do falante. Diferenças na dimensão, formato e tónus muscular das estruturas da laringe podem desempenhar um papel fundamental. As vozes de homens, mulheres e crianças refletem especialmente diferenças anatómicas, apesar de que traços intrínsecos baseados em características anatómicas possam ser potenciados ou minorados dependendo do contexto sociocultural (Ní Chasaide & Gobl, 1999). Além disso, tem sido sugerido que perturbações vocais familiares estão associadas a efeitos genéticos e não a efeitos ambientais (Roy et al., 2004; Simberg et al., 2009). De facto, atualmente os fatores etiológicos de disfonia são bem conhecidos: hábitos posturais pobres, hipertonia associada a estados psicológicos, tónus associado a refluxo laringofaríngeo, personalidade, alterações neuromusculares e lesões de massa (Morrison, 1997; Van Houtte et al., 2011). Todavia, na área das perturbações vocais e atendendo ao alcance do nosso conhecimento, estudos a incluir biomarcadores relativos à composição corporal nunca foram considerados até hoje.

Padrões biológicos de produção de voz associados às características físicas do corpo não são preocupações novas em matéria de investigação acerca da qualidade vocal, no entanto, os resultados alcançados são controversos e nenhum destes estudos incluiu falantes disfónicos (Barsties et al., 2013; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2011; Evans et al., 2008; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013, 2014; Hauser et al., 1993; Künzle, 1989; Roy et al., 2004; Van Dommelen & Moxness, 1995). A dimensão corporal tem sido relacionada com a morfologia do trato vocal (Collins, 2000; Evans et al., 2008; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hauser et al., 1993; Hamdan et al., 2013). Fitch e Giedd (1999) verificaram diferenças na morfologia do trato vocal em falantes do sexo masculino e feminino, incluindo alterações no comprimento do trato vocal e na proporção relativa das cavidades oral e faríngea,

com consequências nas frequências dos formantes. Estas diferenças relativas ao sexo fazem parte do processo de mudança vocal que ocorre durante a puberdade nos homens (Fitch & Giedd, 1999). A presença de uma voz grave pode ser um preditor da dimensão (estatura e peso) e da forma corporais (referente à configuração corporal, incluindo medidas de circunferência corporal e rácios obtidos a partir destas) (Evans et al., 2008). Hauser et al. (1993) referem que a relação entre a massa das pregas vocais e a dimensão corporal pode ser verificada por intermédio do *pitch* – um parâmetro percetivo – porque um *pitch* reduzido está associado a pregas vocais grandes e pesadas. Contrariamente, Collins (2000), González (2004), Künzel (1989) assim como Hamdan et al. (2012, 2013) não conseguiram encontrar qualquer associação entre características vocais e corporais. A Tabela 29 reúne informação acerca de estudos recentes na área.

Tabela 29. Resultados atuais relacionando a morfologia corporal e as características vocais.

Autor(es) e ano	Variável de composição corporal	Parâmetro de qualidade vocal	Resultados
Künzel (1989)	Estatura e peso	F0	O autor pretendia explorar os efeitos dos problemas somáticos do falante nos parâmetros acústicos, mas não constatou nenhuma relação entre os parâmetros acústicos e os parâmetros físicos estudados.
Van Dommelen e Moxness (1995)	Estatura e peso	F0, frequências dos formantes, energia abaixo de 1 kHz e velocidade de produção de fala (ou débito verbal)	Este estudo examinou a capacidade dos ouvintes para julgar a estatura e o peso de um falante a partir de amostras de fala, sendo encontradas correlações significativas entre estatura/peso estimados e estatura/peso reais só para falantes do sexo masculino. Não foram encontradas correlações significativas entre os parâmetros de qualidade vocal e as medidas obtidas de estatura e peso dos falantes. A única exceção foi uma correlação significativa entre o peso dos falantes masculinos e a velocidade de fala. Os dados de regressão sugeriram que os ouvintes usam (corretamente) a informação relativa à velocidade de fala para julgar o peso de um falante do sexo masculino, enquanto que valores reduzidos de F0 e de frequência dos formantes são analisados (erradamente) para indicar falantes com dimensões corporais elevadas.
Collins (2000)	Medidas corporais: peso, estatura, largura de ombros e anca, e os homens foram questionados acerca da presença de pelos no peito; Classificações dos juízes: atratividade, idade, peso, estatura e estimativas acerca de musculabilidade e peito peludo	Frequência de cinco harmônicas (frequência do pico e frequência dos formantes)	O autor investigou a relação entre características vocais de homens e os julgamentos das mulheres sobre os falantes, mas não foi obtida relação entre quaisquer características vocais e corporais. Os julgamentos foram incorretos à exceção do peso.
Fitch & Giedd (1999)	Comprimento do trato vocal, estatura e peso	—	Houve uma correlação positiva significativa entre o comprimento do trato vocal e o tamanho do corpo. Além disso, os autores também documentaram uma diferença entre os sexos no comprimento do trato vocal que vai além de diferenças sexuais de tamanho. A diferença de comprimento do trato vocal adulto é causada por uma secundária "descida da laringe" que ocorre no sexo masculino na puberdade.

González (2004)	Esatura, peso e medidas derivadas (log10 peso, IMC, área de superfície corporal)	F0 e parâmetros relacionados com os formantes – F1–F4	O autor investigou a relação entre as frequências dos formantes e a dimensão corporal em adultos humanos. A relação existente, entre sexos, relativamente a formantes e à dimensão do corpo é muito fraca em adultos do sexo masculino.
Evans et al. (2006)	Circunferências do crânio, pescoço, deltoide, torácica, cintura e anca, rácio ombro-anca, rácio cintura-ombro, rácio cintura-anca	F0, F1, F2, F3, F4	Os autores encontraram uma relação negativa significativa entre a dispersão dos formantes e medidas de dimensão e de forma corporal. Foi encontrada uma relação negativa significativa entre F0 (<i>pitch</i>) no sexo masculino e medidas de forma corporal, nomeadamente circunferências deltoide e torácica e rácio ombro-anca. O peso revelou estar significativa e negativamente correlacionado com F0.
Evans et al. (2008)	Várias medidas de testosterona salivar	F0, F1, F2, F3, F4 e dispersão formântica	Os autores concluíram que existe uma relação negativa entre os níveis de testosterona circulante e F0 em humanos do sexo masculino, em que níveis superiores de testosterona indicam F0 inferior, embora a dimensão da relação se tenha apresentado superior à anteriormente observada. Verificou-se também que havia alguma evidência limitada para a presença de relação entre a testosterona em circulação e a dispersão dos formantes, embora esta não tenha atingido significância. Os autores acreditam, com base nos resultados, que os parâmetros de frequência podem fornecer um sinal honesto da qualidade hormonal do falante.
Hamdan et al. (2013)	Estatura, peso, massa muscular, MG, MG apendicular, MLG apendicular, MLG tronco, MLG total e IMC	F0, F1, F2, F3, F4 e dispersão formântica	Foi encontrada uma fraca correlação entre formantes, dispersão de formantes e variáveis de massa corporal. Para a vogal [a], F1 e F4 manifestaram uma fraca correlação com o peso e MLG do tronco, e F4 também mostrou uma pobre correlação com a massa muscular e a MLG. Para a vogal [i], verificou-se uma correlação negativa fraca entre F2, F3, F4 e estatura. Além disso, verificou-se uma correlação negativa entre F2 e massa muscular, MLG do tronco e MLG total. Para a vogal [a], verificou-se que a distância F1-F2 se correlacionava positivamente com as variáveis MG, MG apendicular e no tronco, enquanto que a distância F2-F3 se correlacionava negativamente com o peso. Para a vogal [i], apenas a distância F1-F2 se correlacionava negativamente com o peso e o IMC.
Hamdan et al. (2012)	Peso, MG, massa muscular, MG apendicular (%MG perna direita, %MG perna esquerda, %MG braço direito, %MG braço esquerdo), %MG tronco, estatura e IMC	F0, <i>relative average perturbation</i> (RAP), <i>pitch</i> habitual, <i>shimmer</i> , <i>noise-to-harmonic ratio</i> , índice de turbulência vocal e tempo máximo de fonação	Os autores analisaram a relação entre parâmetros acústicos e estatura, peso e composição de massa corporal em homens jovens. Concluíram que existiu uma correlação positiva fraca entre <i>shimmer</i> , gordura do tronco e massa muscular. A composição de massa corporal e distribuição não se correlacionaram significativamente com a F0 e o <i>pitch</i> habitual.

Barsties et al. (2013)	IMC e volume de gordura corporal	Índice de qualidade vocal (<i>Acoustic voice quality index</i> – AVQI), F0-máxima, F0-mínima, F0-gama em semitons, <i>speaking fundamental frequency</i> – SFF, <i>jitter</i> (local, rap, ppq5), intensidade (máx, min, gama), SPL, <i>shimmer</i> (local, dB local, apq11), HNR, <i>cepstral peak prominence</i> – CPP), suavização de CPP (<i>smoothed</i> CPP), rouquidão, aspereza e soproidade; Outras medidas: capacidade vital e tempo máximo de fonação	Foram obtidas diferenças significativas entre os três grupos – peso normal, abaixo do peso e obesos, de mulheres normofalantes em vários parâmetros de qualidade vocal nomeadamente, intensidade, <i>shimmer</i> e também capacidade vital e tempo máximo de fonação. Foram observados valores significativamente mais elevados de níveis máximos e mínimos de intensidade e de SPL durante a fala encadeada habitual para o grupo de obesos. O grupo de baixo peso apresentou valores significativamente menores de capacidade vital e de proporção capacidade vital espectável e realmente medida. Os indivíduos com baixo peso diferiram significativamente dos falantes com peso normal, com menor tempo máximo de fonação e F0-mínimo superior. O grupo de falantes obesos apresentou valores de <i>shimmer</i> significativamente mais baixos comparativamente aos falantes com peso normal.
Da Cunha et al. (2009, 2011)	IMC	Escala GIRBAS – parâmetros de grau de alteração/disfonia, instabilidade, rugosidade, soproidade, astenia e tensão – e o parâmetro aspereza; F0, <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> , HNR e tempo máximo de fonação	Os autores descobriram que os parâmetros grau de disfonia, instabilidade, rugosidade, soproidade, astenia, tensão e aspereza foram significativamente diferentes no grupo de obesos em comparação com o grupo de não-obesos. Os falantes obesos evidenciam uma voz murmurada ou em <i>vocal fry</i> e a presença de estrangulamento vocal no final da emissão. Além disso, as pessoas obesas têm um aumento dos parâmetros de perturbação vocal (<i>jitter</i> , <i>shimmer</i>) e do parâmetro HNR, bem como um tempo máximo de fonação reduzido.
Hamdan et al. (2014)	IMC	Grau de alteração, aspereza, soproidade, astenia, tensão, F0, <i>pitch</i> habitual, <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> , <i>noise-to-harmonic ratio</i> , índice de turbulência vocal e tempo máximo de fonação	Os autores investigaram o efeito da perda de peso na voz de pacientes com obesidade mórbida. Não se verificaram diferenças significativas na pontuação média de qualquer um dos parâmetros áudio-percetivos, nos parâmetros acústicos ou no exame laríngeo de pacientes no período pré-operatório em comparação com o período pós-operatório.
Solomon et al. (2011)	IMC	F0-gama (Hz e semitons), SPL gama, <i>jitter</i> (rap), <i>shimmer</i> (apq), <i>noise-to-harmonic ratio</i> , índice de severidade de disfonia (dysphonia severity index – DSI), e também severidade, rugosidade, soproidade, tensão, <i>pitch</i> e <i>loudness</i> . Outras medidas: tempo máximo de fonação, pressão limiar de fonação, resistência da via aérea laríngea.	Os autores investigaram se a obesidade e a perda de peso afeta a função vocal. Não foram detetadas diferenças significativas entre os grupos de obesos e não obesos considerando a avaliação pré-operatória. Não se verificaram alterações ao longo do tempo para os parâmetros acústicos, tempo máximo de fonação, resistência da laringe, e no fluxo de ar durante a produção de uma vogal sustentada em nenhum dos grupos. A pressão limiar de fonação mudou significativamente ao longo do tempo mas não entre os grupos.

Acurio et al. IMC (2014)	F0 e HNR	Os autores sugeriram que a obesidade pode influenciar a produção de voz, por limitar a vibração das pregas vocais após sobrecarga vocal. No grupo de obesos, foi detectado um aumento na F0 após sobrecarga vocal quando comparado com o seu estado basal. Também foi observada uma redução significativa no HNR após sobrecarga vocal no grupo de peso normal e uma elevação da F0 e HNR depois de sobrecarga no grupo com excesso de peso quando comparado com o grupo de peso normal.
<i>Notas.</i> F0 = frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; IMC = índice de massa corporal; MG = massa gorda; MLG = massa livre de gordura; %MG = percentagem de massa gorda; SPL = sound pressure level; HNR = harmonic-to-noise ratio.		

Alguns estudos no âmbito da qualidade vocal que consideram variáveis morfológicas, têm sido desenvolvidos especialmente no campo da obesidade e da perda de peso (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011; Hamdan et al., 2014; Solomon et al., 2011). O peso corporal e o volume de gordura corporal parecem influenciar medidas objetivas de qualidade vocal (Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011), da aerodinâmica vocal (Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2011) e da performance da gama de fonação (Barsties et al., 2013). Os padrões de distribuição de MG estão dependentes de fatores como a idade, o dimorfismo sexual, o tipo morfológico e a idade de desenvolvimento de obesidade (Carter & Heath, 1990). O parâmetro MG, em particular, é um parâmetro de composição corporal raramente considerado nos estudos de investigação em voz. Além disso, nunca foi realizada uma comparação entre indivíduos disfônicos no que diz respeito à influência da quantidade relativa de gordura corporal (%MG) na qualidade vocal. No entanto, a gordura corporal deveria ser analisada, uma vez que pode comprometer as vias aéreas superiores e o trato vocal (úvula, palato mole e a região posterior da língua) (Horner et al., 1989), pode diminuir a função pulmonar (devido ao tecido adiposo presente na caixa torácica, no abdômen e na cavidade visceral) e pode reduzir a capacidade residual funcional (Salome et al., 2010). A acumulação excessiva de gordura na laringe também pode alterar o tempo máximo de fonação, o que poderá prejudicar as forças mioelásticas e aerodinâmicas no reajuste laríngeo necessário para uma fonação adequada (Da Cunha et al., 2011). A quantidade de gordura num indivíduo ou população pode estar relacionada com a diminuição de qualidade de vida e com o aparecimento de determinadas doenças (Nguyen, El-Serag, 2010; WHO, 2000), nomeadamente a incidência de refluxo laríngeo, síndrome de apneia e apneia obstrutiva do sono (Da Cunha et al., 2011).

Apesar da importância deste assunto, patente na literatura supramencionada, os estudos existentes acerca de características antropométricas dos falantes relacionados com a produção vocal focam-se quase apenas em variáveis morfológicas, como o peso e o IMC (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Collins, 2000; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2014; Solomon et al., 2011), que não são medidas apropriadas de variabilidade da composição corporal e, por esta razão, podem condicionar a informação que pode ser obtida e analisada. Na nossa opinião, a análise de composição corporal deve considerar outras características morfológicas, tais como: circunferências do crânio, pescoço, deltoide , torácica, cintura e anca, rácio ombro-anca, rácio cintura-ombro, rácio cintura-anca (Evans et al., 2008), massa muscular, MG, MG das extremidades (Hamdan et al., 2012, 2013), MG do tronco (Hamdan et al., 2012), massa muscular apendicular, massa muscular do tronco e MLG total (Hamdan et al., 2013).

Além disso, o tipo morfológico – um conjunto de traços morfológicos ou características que integra um indivíduo numa determinada categoria, frequentemente chamada de morfotipo ou tipo morfológico (Carter & Heath, 1990; Vieira & Fragoso, 2006) – parece ser outro aspecto biológico a ser considerado no estudo da qualidade vocal, contudo, possivelmente, nunca estudado na área da perturbação vocal. O somatótipo é uma informação sintética sobre a constituição física de determinado indivíduo e consequentemente associa-se à sua eficiência motora (Sterkowicz-Przybycien, 2010). As características dimensionais e proporcionais de um indivíduo estão relacionadas com alterações da postura (Araújo et al., 2014) e por essa razão, as características da cabeça e do tórax em particular, podem estar relacionadas com a qualidade vocal (Franco, Martins, Andrea, Fragoso, Carrão & Teles, 2014), mas, até ao presente momento não foram estudadas.

A variabilidade de resultados supramencionados, de estudos que tentaram caracterizar a produção da voz baseada em aspectos morfológicos do falante (Barsties et al., 2013; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2011; Evans et al., 2006, 2008; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013, 2014; Hauser et al., 1993; Künzel, 1989; Simberg et al., 2009; Van Dommelen & Moxness, 1995), alcançaram resultados pouco sustentáveis e por vezes contraditórios [tais como a influência das características corporais nos parâmetros *pitch* e F0 ou as diferenças vocais entre falantes obesos e não-obesos (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011; Hamdan et al., 2014; Solomon et al., 2011)], apontando para a necessidade de, num futuro próximo, se retomar o mesmo tema de um modo mais esclarecedor. Além disso, a compreensão das características morfológicas do falante disfônico é particularmente importante a fim de se definir estratégias de tratamento adequadas e, assim, se evitar recidivas.

Por conseguinte, apesar da relevância desses estudos anteriores sobre as implicações das características anatómicas e fisiológicas do falante na produção vocal e na caracterização de patologias vocais, é fundamental persistir no estudo das características posturais e morfológicas especialmente no falantes disfônico, para se obter uma compreensão integral do fenómeno *voz*. O objetivo do estudo do presente Capítulo foi verificar se existiam diferenças nas características morfológicas de falantes normais e falantes disfônicos, com base na utilização de métodos antropométricos mais precisos, tais como o somatótipo e a composição corporal.

4.3. Métodos

4.3.1. Participantes

Os potenciais participantes no presente estudo foram, na sua maioria, recrutados durante a semana de rastreios do Dia Mundial da Voz, em 2012, no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação, do Hospital de Santa Maria, Faculdade de Medicina, Universidade de Lisboa. Posteriormente, outros participantes foram recrutados da Escola Superior de Saúde, do Instituto Politécnico de Leiria e da Faculdade de Medicina, da Universidade de Lisboa. Os critérios de inclusão foram: (a) idade entre os 20 e 50 anos, (b) caucasianos, (c) com PE como língua materna, (d) ausência de alterações funcionais respiratórias e (e) assinatura do consentimento informado. A faixa etária escolhida para a amostra pretendeu excluir todos os indivíduos em processo de crescimento morfológico e de maturação vocal, na menopausa e com um claro declínio nas suas competências morfológicas e vocais resultantes do processo de envelhecimento. Para identificar a presença/ausência de alterações respiratórias funcionais, todos os indivíduos elegíveis realizaram uma espirometria no Serviço de Pulmonologia do Hospital Santa Maria. Por sua vez, foram excluídos indivíduos com doença músculo-esquelética, com alterações crânio-faciais, com trauma ortopédico, com valores de espirometria alterados, com doenças neurológicas, com cicatrizes no pescoço devido a cirurgia, que tenham sofrido radioterapia ou trauma e com histórico de cirurgia laríngea.

O tabagismo não foi considerado como sendo um fator de exclusão pois o estudo de fatores etiológicos de disfonia não era um objetivo desta investigação e porque todos os indivíduos elegíveis realizaram uma espirometria, sendo apenas selecionados aqueles que não padeciam de alterações respiratórias funcionais.

Dos 91 indivíduos avaliados, apenas 72 cumpriam todos os critérios de inclusão e não evidenciavam qualquer critério de exclusão. Os procedimentos metodológicos foram desenvolvidos pela seguinte ordem: análise da composição corporal, seguida de avaliação da qualidade vocal. A amostra foi constituída por 35 homens (48,61%) e 37 mulheres (51,39%). A idade média dos homens era de $32,43 \pm 9,94$ anos e a idade média das mulheres era de $31,74 \pm 10,52$ anos. Os participantes foram classificados em dois grupos: falantes normais ou disfónicos. Esta classificação foi feita com base na sua qualidade vocal. O grupo de falantes normais era composto por 40 participantes (22 homens e 18 mulheres) com idade média de $31,12 \pm 9,64$ anos; o grupo de falantes disfónicos era composto por 32 participantes (13 homens e 19 mulheres) com idade média de $33,72 \pm 10,92$ anos.

4.3.2. Declaração de Ética

A aprovação ética para se empreender este estudo foi obtida da Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar de Lisboa Norte/Faculdade de Medicina, da Universidade de Lisboa. A aprovação do Conselho Administrativo do Hospital de Santa Maria/Centro Hospitalar de Lisboa Norte também foi obtida. Todos os participantes assinaram o consentimento informado, antes das avaliações.

4.3.3. Procedimento

Os procedimentos experimentais foram realizados no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação, do Hospital de Santa Maria, Faculdade de Medicina, da Universidade de Lisboa. Todos os indivíduos, após avaliação de elegibilidade através de uma entrevista e espirometria (pelo Serviço de Pulmonologia), foram submetidos a avaliações antropométricas e de qualidade vocal.

Avaliação antropométrica. Todas as medidas foram obtidas de acordo com as técnicas padronizadas da ISAK. As medições foram executadas sempre pelo mesmo antropometrista, acreditado pelo ISAK. O TEM obtido foi inferior a 5% para as pregas adiposas e inferior a 1% para as outras medições. Os instrumentos foram calibrados antes da sua utilização. As variáveis antropométricas incluíram: MC (quilogramas), estatura e altura sentada (centímetros) (Martin et al., 1990); oito pregas adiposas (milímetros) nomeadamente, tricipital, subescapular, bicipital, iliocristal, supraespinal, abdominal, crural, geminal; quatro medidas de perímetros (centímetros), braço sem contração, braço com contração, mesoesternal, geminal (max); um comprimento (centímetros) acromiale-dactylion; e oito diâmetros (centímetros), nomeadamente biacromial, biiliocristal, tóraco-transverso, tóraco-sagital (anterior-posterior), bicôndilo-umeral, estilo-ulnar, bicôndilo-femoral e bimaleolar.

As medidas antropométricas foram obtidas através da utilização de dispositivos de medição portáteis. A estatura e as alturas foram medidas sem calçado e sem nada a cobrir a cabeça, usando-se um antropómetro portátil (Anthropometric Kit Siber Hegner-Machines SA GPM, 2008) calibrado para 0,1 cm. A MC foi medida com os indivíduos vestindo roupas leves e sem calçado, permitindo a precisão de 0,5 kg, utilizando uma balança calibrada (Body Mass Scale Vogel & Halke – Germany – modelo Secca 761 7019009, 2006). As pregas adiposas foram medidas através da utilização de um adipómetro (adipómetro Skinfold Rosscraft Slim Guide 2001) (as extremidades a uma pressão de 10 mg/cm²), os comprimentos e os diâmetros foram medidos com compassos de correição grande e pequeno (Anthropometric Kit Siber-Hegner Machines SA GPM, 2008) e para os perímetros foi usada uma fita antropométrica Rosscraft.

O IMC foi calculado através da fórmula $IMC = \text{peso}/\text{estatura}^2$, sendo o peso expresso em quilogramas e a estatura em metros. A densidade corporal foi estimada usando a equação de Durnin e Womersley (1974), considerando como preditores a etnia, o sexo e a idade dos participantes, sendo os resultados da mesma expressos em kg/m^3 . A %MG foi obtida a partir da DC usando a equação de Siri adaptada de Heyward e Stolarczyk (1996). A MLG também foi obtida por subtração (expressa em quilogramas).

O somatótipo, originalmente proposto por Sheldon em 1940 (Carter & Heath, 1990), foi determinado de acordo com Heath e Carter (1967). A caracterização do somatótipo foi realizada considerando-se uma série de três dígitos. O primeiro diz respeito ao grau relativo de adiposidade (endomorfismo), o segundo diz respeito ao grau relativo de desenvolvimento músculo-esquelético (mesomorfismo) e o terceiro refere-se ao grau de linearidade (ectomorfismo) (Carter & Heath, 1990).

Além da análise das três componentes do somatótipo, para a análise do somatótipo foram consideradas duas equações específicas: (a) as distâncias bidimensionais e tridimensionais entre somatopontos, nomeadamente o SDD que mostra o quão longe está a localização de um determinado somatoponto do centróide da amostra (média do somatoponto), quando traçado no somatograma (Ross & Wilson, 1973); e (b) o SAD que representa a distância, em três dimensões, medida em unidades de componentes do somatótipo, entre um determinado somatoponto e o centróide da amostra avaliada (Ross et al., 1999).

Avaliação da qualidade vocal. A avaliação vocal utilizada foi previamente descrita por Franco et al. (2014). Para o objetivo do presente estudo, a entrevista (inicialmente usada para a avaliação de elegibilidade para participação neste estudo), a nasoendoscopia assim como as avaliações perceptiva e acústica foram usadas para assegurar um julgamento adequado da qualidade vocal dos falantes. Os participantes foram classificados como falantes normais ou disfônicos de acordo com a metodologia descrita por Guimarães e Abberton (2005). Foi considerada a presença de perturbação vocal ou disfonia quando um falante tinha pelo menos duas das seguintes condições: (a) queixas vocais por mais do que 15 dias, (b) evidência de lesão estrutural e/ou (c) alterações na dinâmica da laringe que eram refletidas perceptiva e acusticamente. Considerou-se, ainda, que queixas vocais eram problemas vocais permanentes ou frequentes não relacionados com patologias do trato respiratório ou com situações alérgicas (Guimarães & Abberton, 2005).

Para as avaliações acústica e perceptiva, o corpus foi gravado numa gaiola Faraday. Foi usado um Marantz PMD660 (Kanagawa, Japan) com um microfone unidirecional Beyerdynamic TG H74c XLR (BK) (Heilbronn, Germany), posicionado lateralmente aos lábios, mantendo-se uma distância constante de 5 cm para todos os participantes. O *corpus* foi

recolhido em mono, a 16 bits, com uma frequência de amostragem de 44100Hz. Os comportamentos vocais, efetuados num tom e nível de intensidade confortáveis, foram os seguintes: vogais sustentadas e fala encadeada – conversação e leitura (Parsa & Jamieson, 2001). As vogais sustentadas representam um comportamento estável do fenómeno de fonação. Foram recolhidas duas amostras para cada vogal, tendo sido selecionada a amostra mais representativa – ou seja, aquela que representava o tom e a intensidade naturalmente produzida pelo falante (Parsa & Jamieson, 2001). As vogais do PE consideradas foram [u], [i] e [a], correspondendo a posições extremas do sistema fonético vocálico. A conversação baseou-se numa imagem de ação que permitiu amostras de fala espontâneas e, obviamente, num tom mais habitual (Baken & Orlikoff, 2000). O texto considerado foi a versão Portuguesa de “A História do Rato Artur” (290 palavras), experimentada, pré-testada e testada por Guimarães e Abberton (2005).

A avaliação acústica foi baseada nos seguintes parâmetros: F0, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR (Baken & Orlikoff, 2000; Eadie & Doyle, 2005; Guimarães, 2007; Teles & Rosinha, 2008). Estas variáveis foram selecionadas atendendo às variáveis consideradas previamente nos estudos que tentaram caracterizar a qualidade vocal baseada nas características morfológicas dos falantes, nomeadamente F0 (Acurio et al., 2014), intensidade (Barsties et al., 2013) e parâmetros de perturbação (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Da Cunha et al., 2009, 2011).

A análise acústica foi realizada com o *software* Praat, versão 5.3.23 (Boersma & Weenik, 2012). Para a análise das vogais considerou-se apenas a porção intermédia (cerca de 1,5 s) da fonação sustentada avaliada, por corresponder à porção mais estável do sinal. Todos os parâmetros acústicos foram extraídos de uma forma automática da secção estável do sinal. Todos os parâmetros acústicos foram obtidos automaticamente da porção de sinal selecionada.

Os valores de referência relativos à avaliação perceptiva e aos parâmetros acústicos que foram usados para determinar o diagnóstico estavam de acordo com Hirano (1981), Guimarães e Abberton (2005), Behlau et al. (2001), e Mendes e Castro (2005). As características acústicas das vozes dos falantes estão apresentadas na Tabela 30. Para se assegurar a precisão e a validade da avaliação perceptiva e acústica, utilizaram-se definições e terminologia não ambígua assim como cinco *corpora* e um avaliador experiente, bem treinado para a metodologia adotada. Para complementar a avaliação otorrinolaringológica e a avaliação acústica, as vozes foram classificadas: sem alteração, alteração ligeira, alteração moderada ou alteração severa (0, 1, 2 ou 3). Um falante que tenha apresentada uma pontuação ≥ 1 foi considerado disfónico (Hakkesteegt et al., 2008; Hirano, 1981; Lopez et al., 2013; Schaeffer & Sidavi, 2010; Yu et al., 2001). No caso das variáveis acústicas, indivíduos com valores de intensidade diferentes de

70 dB, com valores superiores a 0,5% para o *jitter*, superiores a 3% para o *shimmer*, e/ou inferiores a 7dB no caso do parâmetro HNR foram considerados disfônicos.

Tabela 30. Caracterização acústica das vozes dos falantes normais e dos falantes disfônicos.

Parâmetros acústicos	Falantes normais			Falantes disfônicos		
	n	M	DP	n	M	DP
[a]						
F0	40	163,11	57,40	32	183,24	53,42
Intensidade	40	75,58	4,44	32	73,09	6,05
<i>Jitter</i>	40	0,32	0,11	32	0,51	0,34
<i>Shimmer</i>	40	2,03	0,62	32	3,64	1,97
HNR	40	26,83	2,83	32	21,06	4,24
[i]						
F0	40	210,53	77,37	32	225,29	67,96
Intensidade	40	75,53	4,65	32	74,71	4,51
<i>Jitter</i>	40	0,20	0,10	32	0,33	0,15
<i>Shimmer</i>	40	0,90	0,36	32	1,54	1,23
HNR	40	30,93	3,21	32	26,82	2,93
[u]						
F0	40	210,74	86,66	32	221,06	63,93
Intensidade	40	76,97	4,93	32	75,71	5,57
<i>Jitter</i>	40	0,18	0,09	32	0,37	0,26
<i>Shimmer</i>	40	1,06	0,40	32	1,50	0,59
HNR	40	33,98	3,22	32	28,95	2,50

Notas. n = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão; F0 = frequência fundamental; HNR = harmonic-to-noise ratio.

Ainda relativamente às variáveis acústicas, indivíduos com valores de F0 substancialmente diferentes daqueles descritos por Guimarães e Abberton (2005) (vogal [a]: $199,5 \pm 36,8$ Hz e $113,0 \pm 37,2$ Hz; vogal [i]: $212,7 \pm 41,3$ Hz e $130,2 \pm 45,2$ Hz; vogal [u] $214,0 \pm 44,2$ Hz e $128,1 \pm 45,8$, para as mulheres e para os homens respetivamente), com valores de intensidade diferentes de 70 dB (Mendes & Castro, 2005), valores de *jitter* superiores a 0,5%, valores de *shimmer* superiores a 3% e/ou valores de HNR inferiores a 10 dB foram considerados como tendo uma voz com características de disfonia.

Para a videoendoscopia foi usado o seguinte equipamento: Olympus OTV – SI Digital Processor Enf Type V2 Pal (Olympus, Auckland, New Zealand), com um gravador DVD Sony DVO – 1000 MD (Sony Corporation, Tokyo, Japan). Também se gravou o comportamento vocal durante o exame naseoendoscópico com um microfone Sennheiser EW 100 G2 (Wedemark, Germany). Os participantes realizaram a fonação sustentada do [i] com uma frequência crescente, frases padronizadas e respiração tranquila (Lowell et al., 2012). A naseoendoscopia foi intencionalmente efetuada após as gravações acústicas, no sentido de se

evitar a possível sensação desagradável, durante as gravações da fala, que a naseoendoscopia causa na cavidade nasal e faringe.

4.3.4. Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados com o *software* SPSS v20 (IBM Corp., Chicago, IL., 2011), sendo o nível de significância estatística fixado a 5%. Foram usadas medidas de estatística descritiva para caracterizar a amostra estudada: M e DP para as variáveis contínuas; frequências e percentagens para as variáveis categóricas. Foram utilizados testes *t* para amostras independentes para a comparação das variáveis dependentes – SAD, SDD, DC, IMC, %MG, MG e MLG – em falantes normais e disfônicos. Devido à natureza multivariada do somatótipo, foi efetuada uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) a um fator para avaliar se existiam diferenças significativas no vetor das componentes do somatótipo (endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) entre falantes normais e disfônicos.

4.4. Resultados

A amostra foi composta por 72 indivíduos, 35 homens (48,61%) e 37 mulheres (51,39%). Os indivíduos foram avaliados para elegibilidade através de uma entrevista e de uma espirometria. As características descritivas das variáveis demográficas dos participantes estão resumidas na Tabela 31, para ambos os sexos.

A Tabela 32 apresenta as médias e os desvios padrão das variáveis estatura, peso, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo, considerando o sexo e a disfonia.

Tabela 31. Medidas descritivas das variáveis demográficas dos participantes de acordo com o sexo (N = 72).

Características		Homens	Mulheres
		<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Sexo		35 (48,61)	37 (51,39)
Nível de escolaridade	Ensino médio	6 (17,14)	3 (8,11)
	Ensino secundário	18 (51,43)	18 (48,65)
	Ensino superior	11 (31,43)	16 (43,24)
Caracterização dentária	Sem alteração	32 (91,43)	26 (70,27)
	Aparelho ortodôntico	0 (0,00)	3 (8,11)
	Contenção ortodôntica fixa	1 (2,86)	1 (2,70)
	Prótese dentária	2 (5,71)	7 (18,92)
Fumador	Não	20 (57,14)	32 (81,08)
	Sim	15 (42,86)	7 (18,92)
		<i>M</i> (<i>DP</i>)	<i>M</i> (<i>DP</i>)
Idade (anos)		32,43 (9,94)	32,14 (10,65)
Estatura (cm)		174,65 (6,65)	161,47 (5,40)
Peso (kg)		74,40 (13,43)	58,34 (10,01)
IMC (kg/m ²)		24,45 (4,53)	22,35 (3,56)

Notas. *n* = número de indivíduos; *M* = média; *DP* = desvio padrão; IMC = índice de massa corporal.

Tabela 32. Medidas descritivas, média (DP), das características morfológicas (estatura, peso, endomorfismo, mesomorfismo e ectomorfismo) para falantes normais e disfônicos de acordo com o sexo (N = 72).

Características		Estatura (cm)	Peso (kg)	Endo	Meso	Ecto
Masculino	Falantes normais	175,80 (7,00)	74,11 (14,03)	4,39 (1,87)	4,20 (1,52)	2,50 (1,62)
	Falantes disfônicos	172,70 (5,74)	74,88 (12,89)	4,35 (1,53)	4,65 (1,28)	1,81 (1,24)
	Total	174,65 (6,65)	74,40 (13,43)	4,37 (1,73)	4,37 (1,43)	2,24 (1,51)
Feminino	Falantes normais	162,29 (5,45)	58,50 (11,10)	5,12 (1,57)	3,34 (1,30)	2,44 (1,18)
	Falantes disfônicos	160,69 (5,38)	59,18 (9,16)	5,18 (1,34)	3,92 (0,96)	2,05 (1,21)
	Total	161,47 (5,40)	58,34 (10,01)	5,15 (1,43)	3,64 (1,16)	2,24 (1,20)

Notas. Endo = endomorfismo; Meso = mesomorfismo; Ecto = ectomorfismo.

Para comparar os valores médios de cada variável antropométrica (SAD, SDD, DC, IMC, %MG, MG e MLG) entre os grupos disfônicos e não disfônicos, foram efetuados testes *t* para amostras independentes. Foram verificados os pressupostos do teste *t* para amostras independentes, normalidade e homogeneidade de variâncias. A Tabela 33 apresenta as médias e os desvios padrão das variáveis antropométricas para falantes normais e disfônicos, e os resultados dos testes *t* para amostras independentes para a comparação de cada variável antropométrica entre falantes normais e disfônicos. Médias e EP de SAD, SDD, IMC, DC, %MG, MG, MLG, para falantes normais e disfônicos são apresentados nos gráficos de barras presentes na Figura 9.

Tabela 33. Medidas descritivas de variáveis antropométricas (SAD, SDD, DC, IMC, %MG, MG, MLG), para grupos normais e disfônicos, e os resultados dos testes *t* para amostras independentes para a comparação entre grupos.

Variável	Falantes Normais			Falantes Disfônicos			<i>t</i> (70)	Valor <i>p</i>	<i>d</i> de Cohen
	<i>n</i>	Min-Max	<i>M</i> (DP)	<i>n</i>	Min-Max	<i>M</i> (DP)			
SAD	40	0,60-5,28	2,45 (1,13)	32	0,37-4,67	1,97 (0,98)	1,916	0,059	0,454
SDD	40	0,42-11,19	5,54 (2,70)	32	0,78-11,17	4,45 (2,28)	1,826	0,072	0,433
DC (g/cm ³)	40	1,014-1,071	1,042 (0,016)	32	1,019-1,080	1,039 (0,015)	-0,800	0,426	0,190
IMC (kg/m ²)	40	18,35-39,14	23,23 (4,57)	32	17,02-34,79	23,55 (3,67)	-0,551 ^a	0,584 ^a	0,131 ^a
%MG	40	12,09-37,13	24,46 (7,21)	32	8,46-34,52	25,64 (6,40)	0,726	0,470	0,172
MG (kg)	40	7,74-42,52	16,71 (7,60)	32	4,65-32,07	16,64 (5,45)	-0,045	0,965	0,011
MLG (kg)	40	34,32-72,48	50,38 (10,25)	32	32,07-72,01	48,33 (10,98)	-0,817	0,417	0,194

Notas. *n* = número de indivíduos; *M* = média; DP = desvio padrão; SAD = somatotype attitudinal distance; SDD = somatotype dispersion distance; DC = densidade corporal; IMC = índice de massa corporal; %MG = percentagem de massa gorda; MG = massa gorda; MLG = massa livre de gordura.
a Após se retirar o efeito da variável sexo.

Verificou-se que não existiam diferenças significativas entre falantes normais e disfônicos no valor médio do SAD, SDD, %MG, MLG, DC e IMC depois de controlado o efeito da variável sexo. Apesar de não se terem encontrado diferenças significativas para qualquer variável antropométrica, as diferenças nos valores de SAD e SDD entre o grupo de falantes normais e disfônicos foram marginalmente significativas ($0,05 < p < 0,10$). Além disso, os valores das dimensões de efeito através do *d* de Cohen, em relação aos valores de SAD e ao SDD, ultrapassou o valor mínimo de Cohen ($d = 0,20$) para ser considerado um efeito de dimensão reduzida.

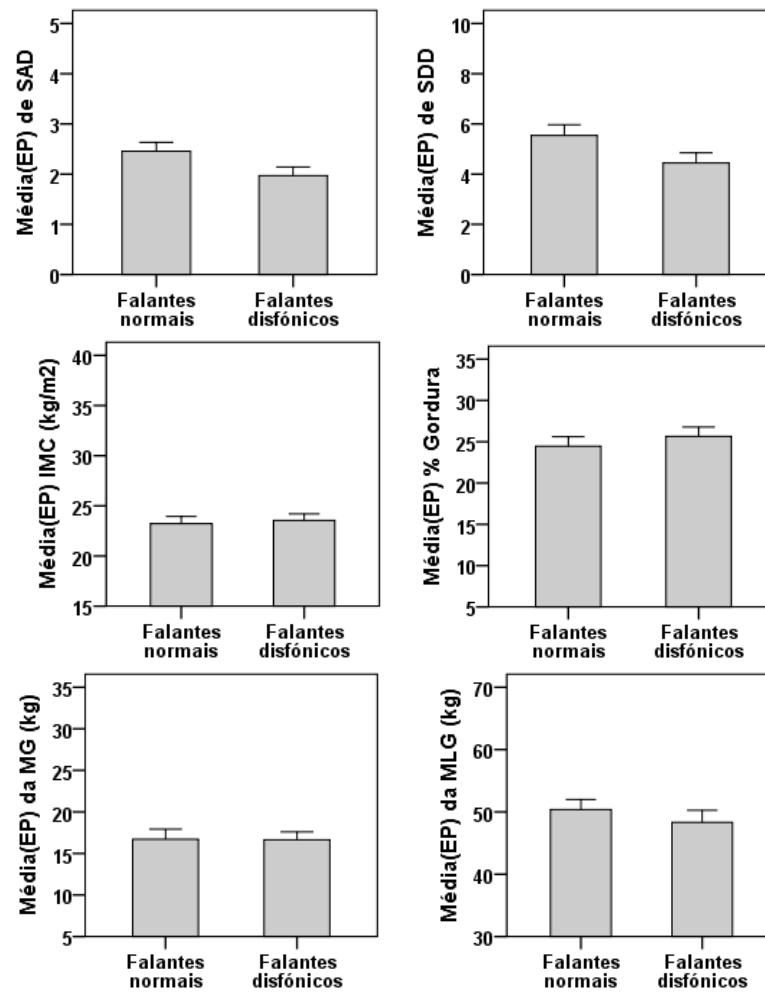


Figura 9. Média e erro padrão (EP) de *Somatotype Attitudinal Distance* (SAD), *Somatotype Dispersion Distance* (SDD), índice de massa corporal (IMC), percentagem de massa gorda (%MG), massa gorda (MG) e massa livre de gordura (MLG), para falantes normais e disfônicos.

A MANOVA foi usada para comparar os vetores de valores médios das componentes do somatótipo entre falantes normais e disfônicos. No que diz respeito aos pressupostos da MANOVA, nenhum desvio significativo da normalidade multivariada foi encontrado e a igualdade das matrizes de covariâncias foram verificadas usando o teste de Box. Os resultados da MANOVA revelaram que não existiam diferenças significativas nos vetores de valores médios das componentes do somatótipo entre grupos normais e disfônicos (Wilk's $\Lambda = 0,941$, $F(3;65) = 1,348$, $p = 0,267$; partial $\eta^2 = 0,059$), após se retirar o efeito das variáveis sexo e idade. As componentes do somatótipo dos indivíduos normais e disfônicos e os correspondentes centróides dos grupos estão apresentados na Figura 10. Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas nos vetores de valores médios das componentes do somatótipo entre

falantes normais e disfônicos, a medida de dimensão do efeito η^2 parcial indicou que existia um efeito de dimensão reduzida da qualidade vocal no somatótipo.

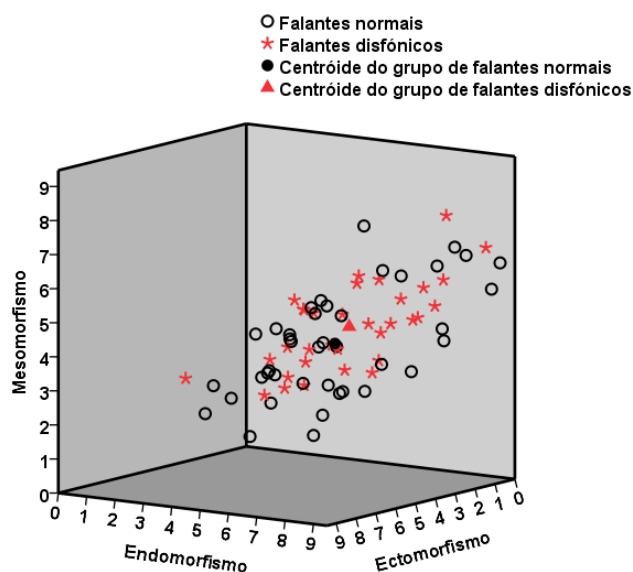


Figura 10. Diagrama de dispersão a três dimensões das componentes do somatótipo relativas aos falantes normais e disfônicos.

4.5. Discussão

Este estudo pretendeu analisar as diferenças somatotipológicas e de composição corporal entre falantes normais e disfônicos, considerando a complexidade corporal assim como as múltiplas implicações subjacentes a estas dimensões. Até hoje, de acordo com o nosso conhecimento, não existiam estudos sobre os efeitos da composição corporal e do somatótipo nas perturbações vocais.

Níveis elevados de mesomorfismo ou endomorfismo estão geralmente associados a valores reduzidos de ectomorfismo. No entanto, as correlações entre endomorfismo e mesomorfismo são diversas. Um valor elevado de mesomorfismo pode ser observado em indivíduos com quantidades muito diferentes de endomorfismo e a situação inversa também pode ocorrer (Carter & Heath, 1990; Vieira & Frago, 2006). Conforme observado na Tabela 32, a média do somatótipo dos falantes normais era de 4,39–4,20–2,50 e de 5,12–3,34–2,44 e, no caso de falantes disfônicos, era de 4,35–4,65–1,81 e de 5,18–3,92–2,05, para homens e mulheres respetivamente. O somatótipo predominante da amostra era do tipo meso-endomorfo para as mulheres de ambos os grupos, e era do tipo mesomorfo-endomorfo e endomorfo-mesomorfo para os homens, no caso dos falantes normais e disfônicos, respetivamente.

Infelizmente, a amostra estudada era basicamente endomorfa, não mostrando uma representatividade de somatótipos que auxiliasse na identificação do impacto do somatótipo na qualidade vocal.

Consequentemente, os valores médios de SAD e SDD refletiram essa limitação e, neste sentido, foram obtidas apenas diferenças marginalmente significativas entre os falantes normais e disfônicos na média de SAD e de SDD ($p = 0,059$ e $p = 0,072$, respetivamente). Além disso, os resultados da MANOVA indicaram diferenças não significativas relativamente ao somatótipo dos grupos normais e disfônicos. Infelizmente, não se encontraram outros estudos que comparassem o somatótipo de falantes normais e de falantes disfônicos.

Em países e cidades desenvolvidos, a tendência secular morfológica tem apontado para um aumento de peso e da gordura corporal (Vieira & Fragoso, 2006). Esta tendência parece estar presente na presente amostra. Especialmente nas mulheres, foi visível uma componente mais elevada de endomorfismo. Este é um dado relevante na compreensão da disfonia porque, tal como considerado anteriormente, os resultados mostram que a prevalência de perturbações vocais parece ser mais elevada nas mulheres (Andrews, 2006; Herrington-Hall, Lee, Stemple, Niemi, & McHone, 1988; Simberg et al., 2009) e em obesos (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009). Indivíduos com obesidade mórbida revelaram alterações vocais significativas comparativamente a indivíduos não-obesos. As vozes de indivíduos obesos são mais roucas e mais soprosas, apresentando parâmetros mais elevados de instabilidade e de crepitação, assim como de *jitter*, de *shimmer* e de “ruído” (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009).

Os resultados apresentados neste capítulo também podem ser interpretados considerando a influência hormonal no desenvolvimento vocal (Blouin, Boivin, & Tchernof, 2008; Hamdan et al., 2012). A quantidade de tecido adiposo e os níveis de androgénio influenciam-se de uma forma bidirecional e recíproca. A testosterona tem uma correlação negativa com a obesidade e os androgénios influenciam a quantidade e a distribuição de gordura (Blouin et al., 2008; Gates, Mekary, Chiu, Ding, Wittert & Araújo, 2013). Além disso, a dimensão corporal está associada aos níveis de soro de estradiol e o estradiol livre correlaciona-se positivamente com a %MG e com a MG presente no tronco (Gates et al., 2013; Paxton et al., 2013). Também se sabe que a menopausa provavelmente afeta a composição corporal e a prevalência de obesidade na mulher. No entanto, acredita-se que este efeito tenha sido controlado através do limite de idade selecionado para a presente amostra.

Por outro lado, o aumento do IMC nestas idades e segmento da população (faixa etária 20–50 anos e ambos os sexos) usualmente representa um aumento na %MG (Sterkowicz-Przybycień, 2010). Considerando as diferenças marginalmente significativas para as médias de

SAD e de SDD obtidas entre os grupos, o risco que pessoas com excesso de peso apresentam em vir a desenvolver disфония poderia ter sido constatado neste estudo. Contudo, isto não foi possível devido ao facto da nossa amostra ser composta por indivíduos essencialmente endomorfos.

A dimensão da amostra, embora estatisticamente avaliada, foi considerada tendo em conta as restrições de tempo e de orçamento. Constituiu, assim, uma limitação deste estudo, porque impediu a obtenção de uma amostra demograficamente representativa de qualidade vocal e de características morfológicas dos indivíduos, no que diz respeito às variáveis de composição corporal e de somatótipo. Além disso, a maior parte dos indivíduos foram recrutados durante a semana de rastreios de voz no Hospital de Santa Maria. Os indivíduos que normalmente aderem a tais eventos poderão apresentar ocupações ou morfologia corporal particulares, que podem ter influenciado os resultados.

Na sua globalidade, os resultados alcançados parecem estar de acordo com González (2004), Hamdan et al. (2012) e Hamdan et al. (2013), embora estes autores não tenham estudado disфония. González (2004) encontrou uma relação muito fraca entre parâmetros acústicos associados aos formantes e à dimensão corporal (especificamente, estatura, peso, IMC e outras medidas derivadas). Em Hamdan et al. (2012), a estatura, o peso, a massa muscular, a MG e a sua distribuição não se relacionaram significativamente com a F0 e com o *pitch* habitual, em jovens do sexo masculino. Adicionalmente, não se verificou uma correlação significativa entre a composição corporal (estatura, peso, massa muscular, MG, gordura das extremidades, gordura do tronco, IMC e outras variáveis), as frequências formânticas e a sua dispersão (Hamdan et al., 2013).

Apesar de não existirem estudos que comparem a morfologia de falantes normais e de falantes disfônicos, como referido anteriormente, a literatura sobre qualidade vocal apresenta uma inconsistência substancial de resultados no que concerne à relação entre variáveis morfológicas e parâmetros acústicos (Barsties et al., 2013; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2011; Evans et al., 2006, 2008; Fitch & Giedd, 1999; González, 2004; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013; Hamdan et al., 2014; Hauser et al., 1993; Künzel, 1989; Simberg et al., 2009; Van Dommenlen & Moxness, 1995). Algumas das possíveis explicações para esta situação é a variedade de perguntas de investigação verificada, de desenhos de estudo, de variáveis analisadas e de características de amostra. Fitch e Giedd (1999) e Evans et al. (2008) descreveram associações entre o comprimento do trato vocal e as dimensões corporais, verificadas através de parâmetros acústicos de frequência. No entanto, Acurio et al. (2014), Collins (2000), González (2004), Hamdan et al. (2012, 2013) e Solomon et al. (2011) contrariaram estes resultados, não encontrando diferenças ou associações significativas. Por

outro lado, Barsties et al. (2013) verificaram diferenças na qualidade vocal entre indivíduos de peso e de dimensões corporais distintos, bem como Da Cunha et al. (2009, 2011), em estudos aplicados aos efeitos das alterações nas dimensões corporais após cirurgia bariátrica, concluindo que o peso corporal e o volume de gordura corporal parecem influenciar parâmetros acústicos de qualidade vocal (sobretudo parâmetros de perturbação) assim como parâmetros aerodinâmicos. Pelo contrário, autores como Solomon et al. (2011) e Hamdan et al. (2014) não encontraram tais diferenças em indivíduos que foram sujeitos a cirurgia bariátrica, antes e após a cirurgia. Solomon et al. (2011), em particular, não detetaram alterações ao longo do tempo para os parâmetros acústicos, o tempo máximo de fonação, a resistência da via aérea laríngea e para o fluxo de ar, durante a sustentação de uma vogal. Hamdan et al. (2014), da mesma forma, não verificaram alterações nos parâmetros percetivos de grau, rugosidade e sopro e nos parâmetros acústicos (particularmente, F0 média, *pitch* habitual e nos parâmetros de perturbação). Acurio et al. (2014), por sua vez, não obtiveram diferenças significativas nos parâmetros acústicos de perturbação e de tempo máximo de fonação entre grupos categorizados pelo seu IMC.

Apresentam-se, agora, algumas questões importantes a ter em conta em estudos futuros. O nosso trabalho não avaliou variáveis morfológicas compostas e pouco esclarecedoras como o peso e o IMC; este estudo considerou a gordura e a MLG, que são variáveis mais informativas e isso deve ser sempre considerado em estudos futuros. A dimensão da amostra, considerando que se estudava a variabilidade morfológica, limitou a interpretação dos resultados. Na continuação deste trabalho, serão necessários estudos adicionais envolvendo um maior número de participantes e uma amostra mais representativa da população. No futuro, teremos de assumir outras variáveis no estudo da produção vocal atendendo aos aspetos morfológicos dos falantes: (a) Os estudos sobre obesidade indicam outras patologias que frequentemente coexistem com a obesidade, em particular o refluxo gastroesofágico, refluxo laringofaríngeo, síndrome de apneia obstrutiva do sono e asma (Akerman, Calacanis & Madsen, 2004; Di Francesco et al., 2004; Fujita, Moysés & Vuono, 2002; Simard et al., 2004). A sua importância no fenómeno da fonação é amplamente conhecida (Koufmann, 1995; Morrison, 1997; Sataloff et al., 1997). No presente estudo, teve-se em consideração alguns destes fatores, quando foram aplicados os critérios de inclusão e de exclusão para seleção da amostra. Contudo, o refluxo gastroesofágico e o refluxo laringofaríngeo não foram considerados como critérios de exclusão; (b) O crescimento, o desenvolvimento e o metabolismo, condicionados pelo perfil hormonal sexual, podem ter um efeito considerável na composição corporal e também na qualidade vocal (Andrews, 2006). Similarmente, os parâmetros de frequência vocal podem

indicar o perfil hormonal do falante (Evans et al., 2008). No entanto, no presente estudo não foram consideradas variáveis hormonais.

4.6. Conclusão

Atendendo a complexidade indivisível do corpo humano, consideramos que uma visão integral do indivíduo é crucial para a compreensão da patologia vocal e para a definição do plano de reabilitação. Apesar dos indivíduos serem constituídos por elementos anatómicos idênticos, não exibem características funcionais semelhantes. Compreender a influência da composição corporal na perspectiva da variação da qualidade vocal é importante para a compreensão da influência intrínseca ao falante na sua própria produção vocal. Isto é bastante relevante particularmente no estudo de possíveis recidivas no processo de reabilitação vocal e na área da fonética forense, para identificação e caracterização de falantes.

Não foram encontradas diferenças significativas na média do SAD e do SDD, entre falantes normais e disfônicos [apesar das diferenças marginalmente significativas ($0,05 < p < 0,10$) na SAD e SDD, entre grupos]. Estes resultados estão de acordo com os resultados da MANOVA, que mostrou a inexistência de diferenças no vetor de valores médios das componentes de somatótipo entre falantes normais e disfônicos. Adicionalmente, os resultados revelaram que não existiram diferenças entre grupos para as variáveis de composição corporal, nomeadamente na DC, no IMC, na MLG, na MG e na %MG. Apesar deste estudo se ter baseado metodologicamente em variáveis mais informativas, tais como a gordura e a MLG (ao contrário de estudos prévios que consideraram variáveis compostas, como o IMC), não conseguimos mostrar uma relação perfeita entre as condições laríngeas e a disfonia, dada a diversidade anatómica individual e as características fisiológicas, a capacidade de compensação e as possíveis exigências vocais. No entanto, tendo em conta os trabalhos já publicados sobre este tema e os resultados deste estudo, não parece haver dúvida sobre a importância desta área de trabalho e da necessidade de mais estudos para determinar biomarcadores morfológicos relacionados com a qualidade vocal e com as patologias vocais.

4.7. Referências

- Abercrombie, D. (1967). *Elements of general phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Acurio, J., Celis, C., Perez, J., Escudero, C. (2014). Acoustic parameters and salivary IL-6 levels in overweight and obese teachers. *Journal of Voice*, 28, 574–581.
- Andrews, M. L. (2006). Sex, gender, and effects on voice. In: *Manual of voice treatment – Pediatrics through geriatrics* (3rd ed., pp. 488–523). New York: Delmar Learning.

- Akerman, M. J., Calacanis, C. M., & Madsen, M. K. (2004). Relationship between asthma severity and obesity. *Journal of Asthma*, 41, 521–526.
- Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *The Spine Journal*, 14, 2373–2383.
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical Measurement of Speech and Voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Barsties, B., Verfaillie, R., Roy, N., Maryn, Y. (2013). Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? *CoDAS*, 25, 310–318.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In: Behlau, M. (Ed.), *Voz: O Livro do especialista* (pp. 85–245). Volume 1. Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Biomarkers Definition Working Group. (2001). Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 69, 89–95.
- Blouin, K., Boivin, A., & Tchernof, A. (2008). Androgens and body fat distribution. *Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 108, 272–280.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Bortolotti, P., & Andrade e Silva, M. A. (2005). Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149-160.
- Carter, L., & Heath, B. (1990). *Somatotyping development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Collins, S. A. (2000). Men's voices and women's choices. *Animal Behaviour*, 60, 773–780.
- Da Cunha, M. G. B., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2009). Morbid obesity and its relationship to voice alterations. *ABCD, Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 22, 76–81.
- Da Cunha, M.G., Passerotti, G.H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2011). Voice feature characteristics in morbid obese population. *Obesity Surgery*, 21, 340–344.
- Di Francesco, V., Baggio, E., Mastromauro, M., Zoico, E., Stefenelli, N., Zamboni, M., Panourgia, M.P., Frulloni, L., Bovo, P., Bosello, O., Cavallini, G. (2004). Obesity and gastro-esophageal acid reflux: physiopathological mechanisms and role of gastric bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 14, 1095–1102.
- Durnin, J. V., & Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32, 77–97.
- Eadie, T. L., & Doyle, P. C. (2005). Classification of dysphonic voice: Acoustic and auditory-perceptual measures. *Journal of Voice*, 19, 1–14.
- Evans, S., Neave, N., & Wakelin, D. (2006). Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: an evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Psychology*, 72, 160–163.

- Evans, S., Neave, N., Wakelin, D., & Hamilton, C. (2008). The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiology & Behaviour*, 93, 783–788.
- Fitch, W. T., & Giedd, J. (1999). Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of America*, 106, 1511–1522.
- Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, M.I., Carrão, L., Teles, J. (2014). Is the sagittal postural alignment different in normal and dysphonic speakers? *Journal of Voice*, 28, 523.e1–523.e8.
- Fujita, R. R., Moysés, M. G., Vuono, I. M. (2002). Ronco e apneia do sono. In: Campos, C. A. H., Costa, H. O. O. (Eds.) *Tratado de otorrinolaringologia* (pp. 637–643). São Paulo, Brasil: Rocca.
- Gates, M. A, Mekary, R. A., Chiu, G. R., Ding, E. L., Wittert, G. A., & Araujo, A. B. (2013). Sex steroid hormone levels and body composition in men. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 98, 2442–2450.
- González, J. (2004). Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.
- Guimarães, I. (2007). *A Ciência e a Arte da Voz Humana*. Alcabideche, Portugal: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Hakkestegt, M. M., Brocaar, M. P., Wieringa, M. H., & Feenstra, L. (2008). The relationship between perceptual evaluation and objective multiparametric evaluation of dysphonia severity. *Journal of Voice*, 22, 138–145.
- Hamdan, A. L., Al-Barazi, R., Tabri, D., Saade, R., Kutkut, I., Sinno, S., Nassar, J. (2012). Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.
- Hamdan, A. L. H., Al Barazi, R., Khneizer, G., Turfe, Z., Sinno, S., Ashkar, J., & Tabri, D. (2013). Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice*, 27, 567–571.
- Hamdan, A. L., Safadi, B., Chamseddine, B., Kasty, M., Turfe, Z. A., & Ziade, G. (2014). Effect of weight loss on voice after bariatric surgery. *Journal of Voice*, 28, 618–623.
- Hauser, M. D., Evans, C. S., & Marler, P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–433.
- Herrington-Hall, B. L., Lee, L., Stemple, J. C., Niemi, K. R., McHone, M. M. (1988). Description of laryngeal pathologies by age, sex, and occupation in a treatment-seeking sample. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 57–64.
- Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York, USA: Springer Verlag.
- Horner, R. L., Mohiaddin, R. H., Lowell, D. G., Shea, S. A., Burman, E. D., Longmore, D. B., & Guz, A. (1989). Sites and sizes of fat deposits around the pharynx in obese patients with obstructive sleep apnoea and weight matched controls. *European Respiratory Journal*, 2, 613–622.
- IBM Corp. Released (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NJ: IBM Corp.

- Koufmann, J. (1995). Gastroesophageal reflux and voice disorders. In Rubin, J. S., Sataloff, R. T., Korovin, G., Gould, W. J. (Eds.), *Diagnosis and treatment of voice disorders* (pp. 161–175). New York: Igaku-Shoin.
- Künzel, H. J. (1989). How well does average fundamental frequency correlate with speaker height and weight? *Phonetica*, 46, 117–125.
- Laver, J. (1980). *The phonetic description of voice quality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lopez, H. A. G, Mondain, M., Bretèque, B. A., Serrafero, P., Trottier, C., & Barkat-Defradas, M. (2013). Acoustic, aerodynamic, and perceptual analyses of the voice of cochlear-implemented children. *Journal of Voice*, 27, 523e1–523e17.
- Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Colton, R. H., Smith, P. B., & Portnoy, J. E. (2012). Position of the hyoid and larynx in people with muscle tension dysphonia. *Laryngoscope*, 122, 370–377.
- Mendes, A., & Castro, E. (2005). Acoustic analysis of voice assessment: phonatory tasks and acoustic parameters. *Revista Portuguesa de Otorrinolaringologia*, 43, 127–136.
- Morrison, M. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: how I do it. *Journal of Voice*, 11, 108–114.
- Ní Chasaide, A., & Gobl, C. (2013). Voice source variation. In: Hardcastle, W.J., Laver, J., & F.E. Gibbon (Eds.) *The handbook of phonetic sciences* (2nd ed., pp. 296–322). Oxford, UK: Wiley-Blackwell.
- Nguyen, D. M., & El-Serag, H. B. (2010). The epidemiology of obesity. *Gastroenterology Clinics of North America*, 39, 1–7.
- Parsa, V., & Jamieson, D. G. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Paxton, R. J., King, D. W., Garcia-Prieto, C., Connors, S. K., Hernandez, M., Gor, B. J., & Jonas, L. A. (2013). Associations between body size and serum estradiol and sex hormone-binding globulin levels in premenopausal African American women. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 98, E485–E490.
- Ross, W. D., & Wilson, B. D. (1973). A somatotype dispersion distance. *Research Quarterly*, 44, 372–374.
- Ross, W. D., Carr, R. V., & Carter, J. E. L. (1999). *Anthropometry illustrated* [CD-Rom]. Surrey: Turnpike Electronic Publications, Inc.
- Roy, N., Merrill, R.M., Thibeault, S., Parsa, R.A., Gray, S.D., & Smith, E.M. (2004). Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 47, 281–293.
- Salome, C. M., King, G. G., & Berend, N. (2010). Physiology of obesity and effects on lung function. *Journal of Applied Physiology*, 108, 206–211.
- Sataloff, R., Castell, O., Satalof, M., Spiegel, J., Hawkshaw, M. (1997). Reflux and other gastroenterological conditions that may affect the voice. In: Sataloff, R. T. (Ed.) *Professional voice: the science and art to clinical care* (2nd ed.). San Diego: Singular Publishing Group.

- Schaeffer, N., & Sidavi, A. (2010). Toward a more quantitative measure to assess severity of dysphonia: preliminary observations. *Journal of Voice*, 24, 556–563.
- Simard, B., Turcotte, H., Marceau, P., Biron, S., Hould, F. S., Lebel, S., Marceau, S., & Boulet, L. P. (2004). Asthma and sleep apnea in patients with morbid obesity: outcome after bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 14, 1381–1388.
- Simberg, S., Santtila, P., Soveri, A., Varjonen, M., Sala, E., & Sandnabba, N.K. (2009). Exploring genetic and environmental effects in dysphonia: a twin study. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 52, 153–163.
- Solomon, N. P., Helou, L. B., Dietrich-Burns, K., & Stojadinovic, A. (2011). Do obesity and weight loss affect vocal function? *Seminars in Speech and Language*, 32, 031–042.
- Sterkowicz-Przybycień, K. (2010). Technical diversification, body composition and somatotype of both heavy and light Polish ju-jitsukas of high level. *Science & Sports*, 25, 194–200.
- Strimbu, K., & Tavel, J.A. (2010). What are biomarkers? *Curr Opin HIV AIDS*, 5(6), 463–466.
- Teles, V. C., & Rosinha, A. C. U. (2008). Acoustic analysis of formants and measures of the sonorous signal disturbance in non-smoker and non-alcoholic women without vocal complaints. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 12, 523–530.
- Van Dommelen, W. A., & Moxness, B. H. (1995). Acoustic parameters in speaker height and weight identification: sex-specific behavior. *Language and Speech*, 38, 267–287.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento* (2.^a ed). Cruz Quebrada: Faculdade de Motricidade Humana.
- WHO (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Technical Report Series*, 894, 1–253.
- Yu, P., Ouaknine, M., Revis, J., & Giovanni, A. (2001). Objective voice analysis for dysphonic patients: a multiparametric protocol including acoustic and aerodynamic measurements. *Journal of Voice*, 15, 529–542.

CAPÍTULO 5

EFEITOS DO ALINHAMENTO SAGITAL DA POSTURA CORPORAL NA PRODUÇÃO DE FALA³

5.1. Resumo

Este estudo tem como objetivo verificar efeitos da postura da coluna vertebral, no plano sagital, nos parâmetros acústicos associados à produção de vogais. **Métodos:** Um *corpus* de 74 falantes adultos foi analisado para determinar os seguintes parâmetros acústicos: F0, DP F0, F1, F2, F3 e F4, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR. A análise da postura da coluna vertebral foi efetuada considerando três medidas do alinhamento da coluna no plano sagital. Estas medidas foram obtidas através de fotografias que foram analisadas com base no método Flexicurve: CT, CL e IC. **Resultados:** A análise de regressão multivariada, com seleção de preditores pelo método *stepwise*, foi utilizada para identificar as variáveis da postura que têm um efeito significativo nos parâmetros acústicos. Após a remoção dos efeitos da idade e do sexo, verifica-se um efeito significativo do CT no F1 ($r = -0,293$, $p = 0,013$) e no F3 ($r = -0,321$, $p = 0,006$) da vogal [u]. **Conclusões:** A postura da coluna influencia significativamente alguns parâmetros acústicos das vogais e da qualidade vocal: quanto mais elevado for o CT mais reduzidos serão os valores dos parâmetros F1 e F3 para a vogal [u]. O alinhamento postural, no plano sagital, influencia os subsistemas articulatorio e de ressonância de produção de fala, mas aparentemente não existem alterações na fonte glótica.

Palavras-chaves: Voz; Qualidade vocal; Fonética acústica; Formantes; Postura; Alinhamento postural; Comprimento da curvatura torácica.

5.2. Introdução

Um esforço mínimo e uma máxima eficiência fisiológica e biomecânica são necessários para se preservar o centro de gravidade na base de sustentação do corpo (Muscolino, 2008; Guimarães, 2007). Quando as curvaturas da coluna vertebral estão harmoniosamente equilibradas, o esforço muscular realizado para se manter a postura ereta é mínimo, considerando a resistência à força gravitacional. Por seu turno, um desequilíbrio da tensão muscular envolve ajustes corporais para se alcançar o equilíbrio necessário para suportar as

³ Franco, D., Fragoso, I., Carrão, L., Teles, J., Martins, F. (submitted). Effects of sagittal postural alignment on speech production. *The Spine Journal*.

funções motoras (Wilson, Madigan, Davidson, & Nussbaum, 2005). Uma postura pobre ou não saudável resultará em perturbação postural, porque não é equilibrada ou eficiente (Mosculino, 2008). A perturbação postural é caracterizada por fraqueza muscular e alongamento muscular adaptativo, alterações degenerativas, dor, deformação, compensações, limitação de movimentos, decréscimo de capacidade vital, alterações nas funções fisiológicas de sustentação e protetoras e instabilidade (Jacques, 2002).

Massaki e Vatikiotis-Bateson (2000) afirmam que a produção de fala é robusta no que diz respeito a perturbações externas. A força gravitacional tem sido apontada como sendo uma carga externa experienciada durante a produção de fala (Massaki & Vatikiotis-Bateson, 2000; Shiller, Ostry & Gribble, 1999; Stone, Stock, Bunin, Kumar, Epstein, 2007). Os movimentos articulatorios podem ser ajustados para compensar diferenças relativas à carga gravitacional, especialmente na produção de vogais sustentadas, no entanto estas compensações podem resultar em diversas trajetórias articulatorias pois não ocorrem ajustamentos perfeitos (Massaki & Vatikiotis-Bateson, 2000). Parece que, considerando estudos anteriores (Franco et al., 2014; Massaki & Vatikiotis-Bateson, 2000; Shiller et al., 1999; Stone et al., 2007), uma alteração na postura da coluna força a laringe, e também o trato vocal, a ajustarem-se o que, consequentemente, será refletido na qualidade vocal produzida. A qualidade vocal é o maior veículo de informação sobre as características físicas, psicológicas e sociais de um falante (Laver, 1980).

Considerando a posição espacial do osso hióide e da laringe no pescoço bem como a relação destas estruturas com a língua e a mandíbula, é expectável que a alteração na localização relativa destas estruturas possa interferir com a postura crânio-cervical (Solow & Sadham, 2002). O sistema crânio-cervico-mandibular forma um complexo funcional devido às suas conexões com o sistema estomatognático (Cuccia & Caradonna, 2009). Dromey et al. (2008) sugeriram que a atividade da laringe pode influenciar o trato vocal supraglótico e, subsequentemente, a função articulatória. Uma tensão excessiva nos músculos suprahióideos pode reduzir os movimentos articulatorios na medida em que a língua e/ou a mandíbula poderão estar menos livres para se moverem, atendendo às suas conexões musculares ao hióide (Dromey et al., 2008). Dromey et al. (2008) salientaram a existência de alterações nos parâmetros acústicos durante a fala, especialmente nas frequências dos formantes devido ao alongamento do trato vocal.

A nossa experiência na área da fonética clínica, a qual está de acordo com as descrições da bibliografia, tem apontado no sentido de que uma postura elevada da laringe pode ser resultante de hipertonidade da laringe e de maus hábitos posturais (Morrison, 1997; Van Houtte et al., 2011). As alterações da tensão músculo-esquelética da laringe têm sido descritas

como condições clínicas de hiperfunção vocal associadas à disfonia funcional (Morrison, 1997; Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Dromey et al., 2008; Stepp et al., 2010). Relacionado com esta condição, está a postura laríngea inadequada, associada a hiperlordose cervical que impulsiona a extensão da cabeça e a hipercifose acentuada nas vértebras torácicas superiores (gibosidade) (Lowell et al., 2012; Morrison, Rammage & Nichol, 2001). Consequentemente, o falante apresentará um aumento do esforço vocal e da tensão muscular na laringe e na região peri-laríngea durante a fonação (Morrison et al., 2001). A continuidade do abuso muscular, ao longo do tempo, irá comprometer o equilíbrio comprimento-tensão do músculo neste sistema muscular (Arboleda & Frederick, 2008). Os músculos laríngeos irão tornar-se persistentemente mais tensos, o que resulta numa alteração do complexo laríngeo: elevação hiolaríngea, encerramento persistente dos espaços tiro-hioideos ou cricotiroideos, ou posicionamento anterior da cartilagem cricoide em relação à cartilagem tiroide (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Rubin et al., 2000; Rubin et al., 2007). Uma condição prolongada de hipercontração dos músculos suprahioideos conduzirá à elevação da laringe e do osso hióide e, consequentemente, a dor e desconforto (Lieberman, 1998; Rubin et al., 2000). Consequentemente, o falante irá apresentar um aumento do esforço vocal e da tensão da musculatura laríngea adjacente, durante a fonação (Franco et al., 2014; Morrison et al., 2001). Falantes normais apresentam uma descida e um movimento caudal do hióide durante a fonação, quando comparados a indivíduos com disfonia por tensão muscular (Lowell et al., 2012). O desequilíbrio do sistema muscular descrito é explicado pelo facto de músculos permanentemente hipertensos se tornarem fisicamente encurtados, forçando assim os músculos antagonistas a assumir uma postura alongada (McDonnell & Sahrman, 2002). Um desequilíbrio nos músculos agonistas e antagonistas representa um desequilíbrio no comprimento-tensão da laringe, pescoço, tórax e região pélvica (Arboleda & Frederick, 2008) que, na nossa opinião, poderá resultar num aumento das curvaturas naturais da coluna, nomeadamente um aumento da lordose cervical e lombar (curvaturas anteriores exageradas) e da cifose torácica (curvatura posterior alterada) (Arboleda & Frederick, 2008).

Apesar das consequências fonatórias da atividade excessiva dos músculos laríngeos, intrínsecos e extrínsecos, as alterações na postura da coluna, que podem conduzir a alterações vocais e de fala ou as alterações na morfologia do trato vocal, que podem causar modificações na postura da coluna vertebral, são quase desconhecidas (Franco et al., 2014). Na nossa opinião, uma alteração na postura da coluna será refletida nos ajustes que a laringe será forçada a adotar e, consequentemente, na qualidade vocal produzida. Neste estudo, considera-se expectável que as configurações do trato vocal sejam influenciadas pela postura corporal atendendo à relação entre as estruturas crânio-cervico-mandibulares. Para se conseguir compreender até onde esta

hipótese será verdade, recrutou-se um grupo de indivíduos sem diagnóstico prévio de patologia vocal. Alguns deles procuraram voluntariamente o Serviço de Otorrinolaringologia do Hospital para realizarem um rastreio vocal e outros foram posteriormente recrutados para este estudo.

Pensamos, considerando o conhecimento disponível até ao momento e a capacidade que temos de o abranger, que o estudo do efeito de variáveis relativas à postura da coluna, no seu plano sagital, na produção de fala está a ser estudada pela primeira vez. Neste contexto, as questões que pretendemos estudar são: (a) as variáveis da postura da coluna vertebral, no seu plano sagital, têm consequências na qualidade de produção de segmentos vocálicos e influenciam os parâmetros acústicos de qualidade vocal (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Arboleda & Frederick, 2008; Cuccia & Caradonna, 2009; Dromey et al., 2008; Franco et al., 2014; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Lieberman, 1998; Lippold et al., 2006; Lowell et al., 2012; McDonnell & Sahrman, 2002; Morrison et al., 2001; Rubin et al., 2000, 2007; Stepp et al., 2010; Solow & Sandham, 2002); (b) o CT apresenta associação mais elevada com os parâmetros de qualidade vocal e/ou da qualidade das vogais, considerando a importância da postura crânio-cervical na tensão músculo-esquelética da laringe e a proximidade com a coluna cervical e torácica (Arboleda & Frederick, 2008; Cuccia & Caradonna, 2009; Dromey et al., 2008; Lippold et al., 2006; Solow & Sandham, 2002; Vasconcelos et al., 2010); e (c) os parâmetros acústicos de frequência podem ser influenciados por alterações posturais na região da laringe e do trato vocal, como consequência dos ajustamentos da postura da coluna vertebral (Behlau et al., 2001; Cuccia & Caradonna, 2009; Dromey et al., 2008; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Ladefoged & Johnson, 2011; Lieberman, 1998; Lippold et al., 2006; McDonnell & Sahrman, 2002; Rubin et al., 2000, 2007; Solow & Sandham, 2002). Na nossa opinião, a análise destas hipóteses permitirá uma melhor compreensão dos fatores etiológicos de patologias vocais considerando os diversos diagnósticos de patologia vocal.

5.3. Método

5.3.1. Participantes

A amostra deste estudo era composta por 35 homens (47,3%) e 39 mulheres (52,7%). Os indivíduos tinham idades compreendidas entre os 20 e 50 anos (idade média dos homens = $32,43 \pm 9,94$; idade média das mulheres = $31,74 \pm 10,52$), falavam PE como língua materna e não apresentavam alterações funcionais respiratórias. Todos os participantes forneceram livremente o seu consentimento informado. Os critérios de exclusão para o estabelecimento desta amostra foram os seguintes: presença de patologia músculo-esquelética, malformações crânio-faciais, trauma ortopédico, doença neurológica, presença de cicatrizes em

consequência de cirurgia à cabeça, radioterapia ou outros traumas e histórico de cirurgia laríngea.

Considerando a caracterização antropométrica da amostra, a estatura média masculina era de $174,65 \pm 6,65$ cm e a estatura média feminina era de $158,89 \pm 17,13$ cm. No que diz respeito ao peso, uma média de $74,40 \pm 13,43$ kg e de $59,78 \pm 11,66$ kg foi obtida para homens e mulheres, respetivamente (Franco et al., 2014). Adicionalmente, os indivíduos de sexo masculino apresentavam um IMC de $24,08 \pm 4,86$ kg/m² e os indivíduos de sexo feminino apresentavam $22,71 \pm 4,57$ kg/m².

No que diz respeito ao nível de escolaridade, 17,14% dos homens e 7,69% das mulheres apresentavam escolaridade básica, 51,43% homens e 48,72% das mulheres tinham o nível secundário e, por último, 31,43% dos homens e 43,59% das mulheres possuíam graduação superior. Referente à existência de hábitos tabágicos, pode-se dizer que 42,86% dos indivíduos de sexo masculino e 17,95% dos indivíduos de sexo feminino eram fumadores. Quanto à caracterização dentária, 91,43% dos homens e 71,79% das mulheres não tinham alterações dentárias relevantes, 7,69% das mulheres exibiam aparelho ortodôntico, 2,86% dos homens e 2,56% das mulheres tinham retenção ortodôntica fixa e, finalmente, 5,71% dos homens e 17,95% das mulheres apresentavam próteses dentárias (Franco et al., 2014).

Neste estudo procurou-se controlar as variáveis que podiam influenciar os resultados, nomeadamente: sexo, idade, tabaco (os indivíduos com patologia respiratória foram removidos da amostra), protrusão labial (cada vocal foi analisada separadamente) e consideramos, atendendo à investigação consultada (Araújo et al., 2014; Vieira & Fragoso, 2006), que o peso e a altura se refletem na postura corporal adotada.

5.3.2. Procedimentos

Noventa e um potenciais participantes foram submetidos a uma entrevista estruturada e a uma espirometria antes dos processos experimentais, a fim de determinar a sua elegibilidade para o estudo. Subsequentemente, os falantes foram submetidos a avaliação postural e avaliação da qualidade vocal. A última consistia na análise acústica para avaliar a qualidade da produção vocal.

Avaliação postural. Os procedimentos desenvolvidos para a avaliação postural foram aqueles descritos em Franco et al. (2014). Para a análise da postura corporal, foram tiradas fotografias de perfil usando uma máquina fotográfica digital (Sony Cyber-Shot DSC – W350, Sony Corporation, Tokyo, Japan), mantendo-se a mesma distância para cada um dos falantes. Durante o processo, os participantes foram instruídos a permanecer numa posição ereta com uma postura natural (Fedorak et al., 2003; Quek et al., 2013; Roussouly & Nnadi, 2010). A

roupa que cobria as costas foi retirada para assim permitir uma identificação precisa das referências anatômicas que permitiriam a subsequente determinação das variáveis posturais. Além disso, foi também solicitada a remoção do calçado utilizado, de maneira a que os participantes permanecessem numa postura consistente em pé.

O programa Digimizer (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium) permitiu um aperfeiçoamento das fotografias para ser possível a marcação anatômica. Os três pontos de referência anatômica necessários para a determinação das três variáveis posturais analisadas estão representados na Figura 11. Considerou-se C7 como sendo o ponto A, o ponto B representava a alteração na relação espacial entre os corpos vertebrais – ponto de inflexão (Roussouly & Nnadi, 2010; Roussouly et al., 2005), e o ponto C foi considerado como sendo o espaço intervertebral L5/S1. Para a análise do alinhamento sagital da coluna considerou-se o método Flexicurve (MacIntyre et al., 2011), que consiste em desenhar uma linha para unir os três pontos anatômicos (A, B, C). As variáveis da postura da coluna, no plano sagital, consideradas foram: CT, CL, ambos em centímetros, e IC. O CT representa a distância entre o ponto A e B enquanto que o CL é a distância entre os pontos B e C. O IC foi calculado usando a equação $IC = PT/CT \times 100$, onde PT representa a profundidade torácica (representada por D na Figura 11), que é a distância da linha reta ao ponto de maior curvatura torácica. Um fisioterapeuta experiente na avaliação do alinhamento da coluna realizou todas as medições. A precisão do erro intra-avaliador foi calculada com o ICC – ICC(3,1) e o SEM. Para o CL, foi obtido ICC = 0,992, com 95% I.C. = (0,972; 0,998), e SEM = 0,646. Referente à variável CT, foi obtido ICC = 0,987, com 95% I.C. = (0,962; 0,996), e SEM = 1,215. Finalmente, considerando o IC, foi obtido ICC = 0,856, com 95% I.C. = (0,645; 0,958), e SEM = 0,751. Estes resultados permitiram concluir que a precisão do erro intra-avaliador variou de bom a excelente.

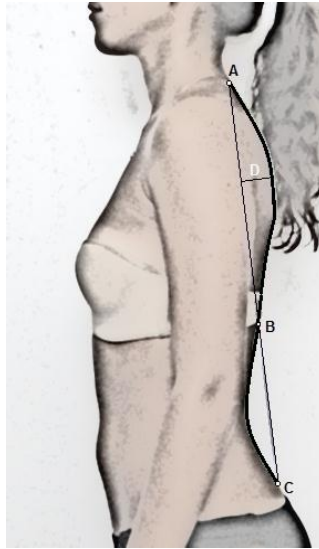


Figura 11. Pontos de referência anatômicos e variáveis da postura da coluna vertebral no plano sagital. O ponto A representa C7, o ponto B o ponto de inflexão entre os corpos vertebrais da coluna torácica e lombar e o ponto C representa o espaço intervertebral L5/S1. As variáveis da postura sagital da coluna são: CT (distância entre A e B), CL (distância entre B e C) e IC [IC = profundidade torácica (D)/CT \times 100].

Avaliação da qualidade vocal. O *corpus* foi recolhido numa cabine Faraday, em formato audio através do gravador Marantz PMD660 (Kanagawa, Japan), em mono, com frequência de amostragem de 44100 Hz. Os participantes foram equipados com um microfone unidirecional Beyerdynamic, posicionado lateralmente à boca e mantendo uma distância constante de 5 cm. Os ficheiros obtidos foram gravados num formato não comprimido, PCM.WAV.

Um *corpus* relativo à produção de vogais sustentadas foi analisado com o *software* Praat, v5.3.23 (Boersma & Weenink, 2012). A produção das vogais sustentadas [u], [i], [a], que correspondem às posições extremas do triângulo vocálico no PE, foram os comportamentos vocais analisados. As medições acústicas foram processadas automaticamente, baseadas na seleção de uma porção do sinal correspondente a valores centrais e médios. Essa seleção de uma zona intermédia, de aproximadamente 1,5 segundos do sinal, representou uma amostra com maior estabilidade (Jiang et al., 2009). A frequência dos formantes foi determinada com base no espectrograma. Foram visualizados quatro formantes usando uma janela espectral FFT de 0,05 segundos.

As variáveis consideradas para a análise de produção foram os parâmetros de dinâmica vocal: F0, DP F0, F1, F2, F3, F4 e a intensidade do sinal acústico. Os parâmetros de perturbação vocal analisados foram *jitter* e *shimmer*, e foi também considerada a medida de ruído espectral HNR.

5.3.3. Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados com o *software* SPSS v22 (IBM Corp., Chicago, IL., 2013) e considerando o nível de significância de 5%. Medidas estatísticas descritivas, nomeadamente médias e desvios padrão, para variáveis quantitativas, e frequências e percentagens para variáveis qualitativas, foram usadas para caracterizar a amostra. Para cada uma das vogais, foi usada a análise de regressão multivariada, para se verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos (vector de variáveis dependentes) da qualidade vocal e variáveis posturais. Um procedimento *stepwise* foi usado para seleção dos preditores a incluir no modelo de regressão multivariada. A estatística traço de Pillai foi escolhida em detrimento das estatísticas lambda de Wilks ou traço de Hotelling, devido a ligeiros desvios dos pressupostos da regressão multivariada. A estatística traço de Pillai é mais robusta em situações de desvios relativamente aos pressupostos de normalidade multivariada e da igualdade das matrizes de covariâncias, especialmente se o número de participantes por grupo é aproximadamente igual (ex. Hand & Taylor, 1987), que é o caso do presente estudo. Uma análise *post hoc* (regressão linear para cada parâmetro acústico) foi realizada para cada vogal, com o intuito de se identificarem as variáveis acústicas que se relacionavam com os preditores identificados.

5.4. Resultados

A regressão multivariada *stepwise* foi usada para identificar as variáveis da postura sagital da coluna vertebral, com efeito significativo nos parâmetros acústicos – F0, DP F0, F1, F2, F3, F4, intensidade do sinal acústico, *jitter*, *shimmer* e HNR – para cada vogal, [a], [i] e [u]. As variáveis posturais consideradas foram CT, CL e IC.

Para ambas as vogais [a] e [i], a regressão multivariada *stepwise* mostrou que só o CT tinha um efeito significativo nos parâmetros acústicos; no entanto, após se remover os efeitos da idade e do sexo, o efeito CT deixou de ser significativo. Relativamente à vogal [u], mesmo removendo os efeitos da idade e do sexo, existia um efeito significativo do CT nos parâmetros acústicos. Os resultados são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34. Resultados da regressão multivariada *stepwise*, considerando os parâmetros acústicos como o vector de variáveis dependentes e as variáveis posturais como candidatas a preditores, para as vogais [a], [i] e [u].

Vogal	Preditor	Traço Pillai	<i>F</i>	Valor <i>p</i>	Parcial η^2
[a]	CT	0,582	8,784	<0,001*	0,582
	CT†	0,082	0,546	0,850	0,082
	Idade	0,329	2,993	0,004*	0,329
	Sexo	0,767	20,040	<0,001*	0,767
[i]	CT	0,532	7,161	<0,001*	0,532
	CT†	0,133	0,934	0,509	0,133
	Idade	0,260	2,139	0,034*	0,260
	Sexo	0,592	8,866	<0,001*	0,592
[u]	CT	0,674	13,037	<0,001*	0,674
	CT†	0,284	2,424	0,017*	0,284
	Idade	0,243	1,955	0,055	0,243
	Sexo	0,581	8,475	<0,001*	0,581

Notas. CT = Cumprimento da curvatura torácica.

† após remoção dos efeitos da idade e do sexo.

* $p < 0,05$.

No caso da vogal [u], foi realizada uma análise *post hoc* para se compreender quais os parâmetros acústicos relacionados com os preditores identificados. Estes resultados estão apresentados na Tabela 35. Controlando por idade e sexo, o CT apresentou um efeito significativo no F1 ($r = -0,293$; $p = 0,013$) e no F3 ($r = -0,321$; $p = 0,006$). Os gráficos de dispersão correspondentes são apresentados na Figura 12.

Tabela 35. Resultados da regressão linear múltipla (posterior à regressão multivariada) para os parâmetros acústicos no caso da vogal [u].

Variável Acústica	Preditor	<i>F</i>	Valor <i>p</i>	Parcial η^2	<i>B</i>	<i>SE(B)</i>
F0	Constante				218,972	49,239
	CT	1,988	0,163	0,028	-1,393	0,988
	Idade	0,028	0,869	0,000	0,087	0,521
	Sexo	42,994	<0,001*	0,380	106,931	16,308
DP F0	Constante				0,473	0,513
	CT	0,274	0,602	0,004	0,005	0,010
	Idade	2,251	0,138	0,031	0,008	0,005
	Sexo	8,277	0,005*	0,106	0,488	0,170
F1	Constante				477,906	52,090
	CT	6,554	0,013*	0,086	-2,676	1,045
	Idade	0,024	0,878	0,000	0,085	0,552
	Sexo	0,248	0,620	0,004	-8,587	17,252
F2	Constante				1133,924	204,425
	CT	1,950	0,167	0,027	-5,728	4,102
	Idade	0,376	0,542	0,005	1,327	2,164
	Sexo	0,569	0,453	0,008	-51,089	67,706
F3	Constante				3313,811	258,352
	CT	8,068	0,006*	0,103	-14,724	5,184
	Idade	0,016	0,900	0,000	-0,344	2,735
	Sexo	0,169	0,682	0,002	35,154	85,566
F4	Constante				3273,994	412,792
	CT	0,019	0,892	0,000	1,129	8,283
	Idade	4,768	0,032*	0,064	9,544	4,371
	Sexo	5,575	0,021*	.074	322,805	136,717
Intensidade	Constante				78,848	5,818
	CT	0,986	0,324	0,014	-0,116	0,117
	Idade	2,467	0,121	0,034	0,097	0,062
	Sexo	0,159	0,691	0,002	-0,769	1,927
<i>Jitter</i>	Constante				0,319	0,234
	CT	0,178	0,674	0,003	-0,002	0,005
	Idade	0,083	0,774	0,001	0,001	0,002
	Sexo	0,118	0,733	0,002	0,027	0,077
<i>Shimmer</i>	Constante				0,927	0,611
	CT	0,733	0,395	0,010	0,011	0,012
	Idade	0,896	0,347	0,013	-0,006	0,006
	Sexo	0,240	0,626	0,003	0,099	0,202
HNR	Constante				38,550	4,321
	CT	2,785	0,100	0,038	-0,145	0,087
	Idade	0,202	0,655	0,003	0,021	0,046
	Sexo	1,873	0,175	0,026	-1,959	1,431

Notas. F0 = frequência fundamental; DP F0 = desvio padrão da frequência fundamental; F1 = primeiro formante; F2 = segundo formante; F3 = terceiro formante; F4 = quarto formante; HNR = harmonic to noise ratio; CT = Cumprimento da curvatura torácica.

No caso do preditor sexo, o coeficiente de regressão não padronizado (*B*) refere-se ao sexo feminino (i.e. o sexo masculino é a categoria de referência).

* $p < 0,05$.

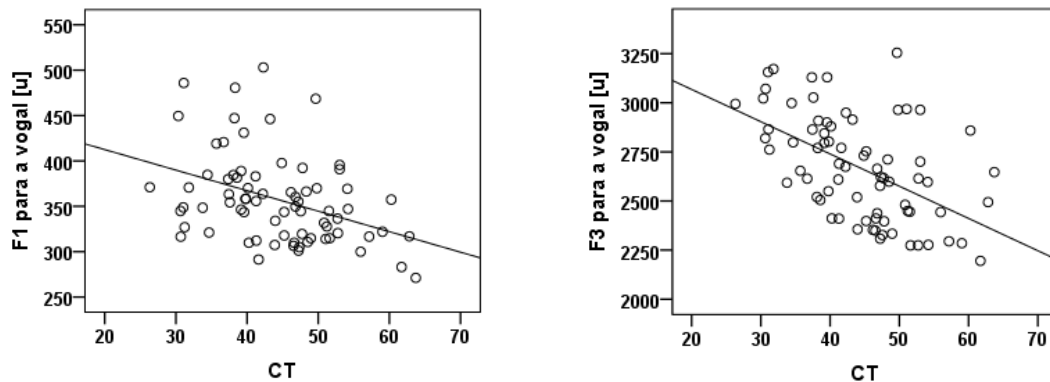


Figura 12. Diagramas de dispersão com sobreposição das retas de regressão de F1 (à esquerda) e de F3 (à direita) *versus* CT, no caso da vogal [u].

5.5. Discussão

As consequências de forças musculares desequilibradas no alinhamento postural, particularmente no que diz respeito aos músculos laríngenos intrínsecos e extrínsecos e aos seus efeitos na qualidade vocal, continua a ser uma área de investigação pobremente estudada. Relativamente a este tópico, surgiram no passado algumas tentativas de resposta (Arboleda & Frederick, 2008), mas que revelavam pouca objetividade e evidência comprovativa. Os resultados alcançados, neste estudo, mostraram que o alinhamento da coluna vertebral, no plano sagital, influenciou alguns parâmetros de qualidade vocal e/ou da qualidade das vogais. Por outras palavras, constatou-se que a anatomia e a fisiologia intrínsecas ao falante fornecem-lhe ferramentas próprias para a produção vocal, cuja qualidade possivelmente o pode distinguir de outros falantes (Ladefoged & Johnson, 2011).

Os nossos resultados mostraram que o sexo e a idade apresentaram um efeito significativo nos parâmetros acústicos. Estes resultados estão de acordo com resultados prévios de estudos com falantes de outras línguas (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Russell et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994) e do PE (Guimarães & Abberton, 2005). As características das pregas vocais, como a massa transversal, o comprimento e a tensão, assim como o fluxo de ar, são responsáveis pelos valores de F0 (Hamdan et al., 2012). Isto parece ser causado pelos níveis de hormonas sexuais, as quais têm uma função muito importante nas características morfológicas da laringe (Beckford et al., 1985; Hamdan et al., 2012). Para minimizar os efeitos de variáveis biológicas que poderão afetar a posição hiolaríngea e a composição histológica das pregas vocais, os efeitos da idade e do sexo foram removidos estatisticamente.

Subsequentemente, os resultados alcançados salientaram o efeito da alteração da postura da coluna na configuração do trato vocal. Depois de se ter removido o efeito do sexo e da idade, os parâmetros F1 e F3, da vogal [u], continuaram a revelar uma associação significativa negativa, fraca a moderada, com a variável CT. As vias respiratórias e o trato vocal humano, a nível supralaríngeo, são responsáveis pela produção dos padrões associados às frequências dos formantes, desempenhando um papel fundamental na qualidade vocal e na fala (Behlau et al., 2001; Ladefoged & Johnson, 2011). Os formantes são determinados pelo comprimento e configuração do trato vocal (Ladefoged & Johnson, 2001), sendo essencialmente correlatos dum mecanismo articulatório. Os formantes são fenómenos acústicos que representam a excitação de ar, proveniente da glote, através das estruturas supraglóticas. Este fenómeno altera de acordo com a vogal produzida, uma vez que cada vogal é identificada por regiões de energia amplificada, relativamente fáceis de identificar num espectrograma (Behlau et al., 2001). Os primeiros dois formantes são os mais importantes para determinar a qualidade de determinada vogal (Hayward, 2000). F1 representa a posição da mandíbula e da língua em termos de altura, durante a fonação, e está inversamente relacionado com a altura da vogal (Ladefoged & Johnson, 2011). Em relação ao valor de F3, não existe consenso sobre as suas correlações físicas e acústicas (Gusmão, Campos, & Maia, 2010; Ladefoged & Johnson, 2011; Sundberg, 1987). F3 representa o arredondamento dos lábios ou a posição do ápex da língua na voz cantada (Gusmão et al., 2010; Sundberg, 1987), estando associado à cavidade formada posteriormente à constrição realizada pela língua – cavidade faríngea – e com a cavidade formada anteriormente à língua – cavidade oral anterior (Cukier & Camargo, 2005; Gusmão et al., 2010). Em ambos os casos, este formante representa uma constrição no trato vocal durante a propagação do som (Fant, 1970).

Devido ao complexo funcional formado pelos sistemas crânio-cervico-mandibular, a postura do falante reflete-se no comprimento e formato do trato vocal, como indicado pelos valores dos formantes. Os resultados alcançados mostraram que quanto mais elevado o CT, menor o valor dos parâmetros F1 e F3. Especialmente a correlação entre F1 e CT é suportada fisiologicamente pela associação entre a postura da mandíbula e a postura da coluna, a qual tem sido descrita na literatura (Cuccia & Caradonna, 2009; Lippold et al., 2006; Solow & Sandham, 2002; Tiede, Masaki, Wakumoto & Vatikiotis-Bateson, 1997). Consequentemente, quando o falante exhibe uma posição mais baixa da mandíbula durante a fonação, F1 irá aumentar. F1 mais elevado é acompanhado por uma diminuição de CT. Arboleda e Frederick (2006) mencionaram o impacto negativo da constrição da faringe na ressonância vocal, como consequência do impulso anterior da cabeça e do encurtamento dos músculos suboccipitais (Franco et al., 2014). Lippold et al. (2006) mostraram que uma tipologia crânio-facial mais horizontal era responsável

por valores mais reduzidos de inclinação torácica superior, de inclinação pélvica e, também, do ângulo lordótico. Pelo contrário, um padrão crânio-facial mais vertical estaria associado a valores mais elevados destes mesmos parâmetros (Lippold et al., 2006). Segundo Solow e Sandham (2002), a flexão da cabeça associa-se à rotação da mandíbula para a frente; contrariamente, uma extensão da cabeça resulta num crescimento vertical da face e numa ausência de rotação anterior da mandíbula. Neste último caso, um plano de inclinação mandibular elevado é responsável por uma postura crânio-cervical alongada. Um plano mandibular permanentemente grande é conseguido através de um enfraquecimento dos músculos elevadores da mandíbula. Adicionalmente, e de acordo com os autores, quando o ângulo crânio-cervical é reduzido, há um crescimento rotacional anterior mais pronunciado da mandíbula, enquanto a extensão da cabeça, com um aumento no ângulo crânio-cervical, é acompanhada por uma rotação anterior reduzida ou até mesmo uma rotação posterior da mandíbula (Solow & Sandham, 2002). Esta postura torácica cifótica desloca o centro de gravidade para a frente e, assim, este pobre alinhamento postural pode prejudicar o controlo do centro de MC (Vasconcelos et al., 2010). Tanto o sistema propriocetivo como o sistema corretor visual são ativados para se conseguir um equilíbrio próprio da posição da cabeça (Solow & Sandham, 2002). A hiperextensão da coluna cervical superior facilita um olhar horizontal, com elevação adaptativa da cabeça, desenvolvendo fraqueza nos músculos anteriores e retratores do pescoço, como também um encurtamento adaptativo do grupo suboccipital (Arboleda & Frederick, 2008; Rubin et al., 2007). Nesta condição adaptativa de elevação da cabeça, também é observado um aumento da tensão muscular na região peitoral e um decréscimo da tensão muscular abdominal e laríngea, com a consequente diminuição de CT. Além disso, também pode ser observado o desenvolvimento de lordose lombar (Iwarsoon & Sundberg, 1998). Um aumento da lordose lombar pode resultar num padrão respiratório inflexível e numa compressão do trato vocal (Guimarães & Abberton, 2005; Iwarsoon & Sundberg, 1998). Estes são fatores relacionados com uma condição anatomo-fisiológica que pode despoletar o desenvolvimento de perturbação vocal (Franco et al., 2014), que, numa primeira instância, podem ser identificados através de análise acústica de uma vogal alta e posterior, como a vogal [u].

A condição específica da postura mandíbula-crânio-coluna mencionada anteriormente, a qual pode ser diretamente associada a patologias vocais funcionais, possivelmente altera não só a postura e a dinâmica laríngea (Franco et al., 2014), como também pode alterar o funcionamento de todo o trato vocal, ao nível dos ressoadores e articuladores. A associação encontrada no que diz respeito ao parâmetro F3 da vogal [u] e à variável CT pode ser explicada, na nossa opinião, pela alteração da dimensão da área de ressonância anterior da cavidade vocal decorrente da extensão da cabeça e/ou do crescimento vertical da face, os quais modificam a

postura articulatória. Vogais posteriores, como a vogal [u], envolvem um maior arredondamento dos lábios (Ladefoged & Johnson, 2011). Apesar do arredondamento dos lábios baixar os valores de F2 e F3 (Ladefoged & Johnson, 2011), isto nem sempre acontece, especialmente no caso da vogal [u]. De acordo com Behlau et al. (2001), F3 é responsável pelo brilho da voz. No entanto, a opinião mais comum dos autores referenciados é que parece haver uma alteração na área de ressonância, mais precisamente na zona anterior da cavidade oral, como mostrado pelo valor de F3. Além disso, com um decréscimo de CT é esperado que aconteça um aumento de F3 consequente da modificação da cavidade oral (um aumento da dimensão da cavidade oral anterior), relacionado com uma postura crânio-mandibular adaptativa. A produção de formantes mais altos reflete características particulares do trato vocal do falante, associadas a parâmetros individuais da qualidade vocal, não estando diretamente relacionadas com a produção de vogais específicas (Behlau et al, 2001; Ladefoged & Johnson, 2011). De acordo com Ladefoged e Johnson (2011), o grau de arredondamento tem que ser especificado separadamente do grau de altura (o inverso de F1) e do grau de recuo da língua (a distância entre F2 e F1).

Adicionalmente, e de acordo com Van Houtte et al. (2011), a influência de técnicas vocais inapropriadas, como padrões respiratórios, fonéticos e de ressonância, conduzem a um foco de ressonância inadequado e a um decréscimo do controlo de *pitch* e de *loudness* bem como, eventualmente, à descompensação da voz. Isto pode resultar do mau uso dos músculos do trato vocal, incluindo os músculos respiratórios, do pescoço, da laringe, da faringe, da mandíbula e da língua (Van Houtte et al., 2011). Os resultados alcançados permitem concluir que F3 é independente de F2, ou seja, os efeitos da mobilidade da língua para trás e para a frente são independentes do arredondamento dos lábios, considerando a análise da postura da coluna e a análise da qualidade das vogais, o que pode explicar as não associações verificadas nos nossos resultados.

Neste sentido, as vogais analisadas [a], [i] e [u] foram selecionadas por conveniência porque correspondem a posições extremas do triângulo fonético vocálico. A vogal [a] é uma vogal central e baixa, a vogal [i] é alta e anterior, e a vogal [u] é uma vogal alta, posterior e arredondada (Guimarães, 2007; Ladefoged & Johnson, 2011). Comparativamente com as outras vogais, no caso do [u], há subida do corpo da língua (e da mandíbula) e o seu recuo. Essas duas constrições ao fluxo de ar refletem, de acordo com os nossos resultados, ajustes do trato vocal próprios de cada falante, estando associados à postura da coluna vertebral e à qualidade de produção da vogal [u]. Esta vogal, sendo produzida com uma elevada restrição à passagem do ar, indica claramente o papel da morfologia do falante na produção oral. A correlação encontrada para a vogal [u] é interessante, considerando a posição anatómica dos articuladores (mandíbula, língua e lábios) durante a sua produção, e podendo fornecer uma compreensão mais

precisa do parâmetro F3. Todavia, sendo este estudo exploratório, já que a literatura ainda não explora estes factos, estes resultados, apesar de serem relativos apenas a uma vogal, podem ser um “pontapé de saída” precioso considerando investigações futuras.

Apesar de alterações na posição do osso hióide e da laringe diferenciarem uma perturbação vocal da produção normal de voz, Lowell et al. (2012) sugeriram que a F0 não contribui primariamente para a elevação do hióide e da laringe. Esta sugestão pode ser confirmada por uma diferença não significativa nos valores de F0 entre falantes com disfonia por tensão muscular e falantes normais, ou pelo facto de F0 não apresentar correlação com a posição laríngea, mostrando somente uma correlação baixa a moderada com a posição do hióide (Lowell et al., 2012). Curiosamente, apesar da patologia vocal não ser o objetivo central deste estudo e atendendo a que a amostra analisada era composta por diversas qualidades vocais (indivíduos que realizaram o rastreio vocal no Hospital), os resultados mostraram que os ajustamentos da postura da coluna, no plano sagital, parecem não ser influenciados pelo grau de tensão das pregas vocais dado que não revelaram nenhuma associação com os parâmetros diretamente relacionados com a fonte glótica. No entanto, Stepp et al. (2010) sugeriram o uso de parâmetros de F0 relativa como marcadores de hiperfunção vocal. Os autores encontraram uma diminuição, a curto prazo, dos valores da F0 relativa em falantes com hiperfunção vocal comparativamente com os falantes do grupo controlo. Esta redução dos valores de F0 relativa é a consequência do aumento generalizado da tensão muscular da laringe em falantes com hiperfunção vocal, condição esta que reduz os efeitos que a tensão da pregas vocais teria isoladamente. Dromey et al. (2008) sugeriram que os parâmetros acústicos globais de tempo poderão detetar mudanças na função da laringe após o tratamento no caso de falantes com hiperfunção laríngea e com alteração dos movimentos articulatorios. Além disso, F2 tem sido relacionado com a protrusão labial durante a produção de vogais (Dromey et al., 2008; Ladefoged & Johnson, 2011). Os nossos resultados não estão de acordo com as sugestões de Stepp et al., (2010), Dromey et al. (2008) e Cannito et al. (1997), o que justifica a necessidade de se continuar a investigar a relação entre a postura e a qualidade vocal.

Considerando que um alinhamento sagital normal da coluna tem duas curvas lordóticas (na região cefálica e na região caudal) e uma curva cifótica entre elas, pode-se concluir que um exagero ou deficiência da lordose e da cifose normal são expressas por uma correlação negativa entre os valores de CT e de CL. Na condição supramencionada – aumento da inclinação do plano mandibular, postura crânio-cervical alongada, lordose cervical aumentada – existe um decréscimo de CT e um aumento de CL. Teoricamente, seria de esperar uma correlação entre F1 e F3 e a variável CL devido à relação existente entre as curvaturas naturais da coluna, mas essa correlação não foi observada. Esta não associação (entre CT e CL) está de acordo com

resultados alcançados por nós previamente (Franco et al., 2014 – Capítulo 6). Porém, uma alteração angular semelhante num determinado segmento do corpo, em pessoas diferentes, pode resultar em ajustamentos posturais distintos (Wang et al., 2012). A falta de estudos que comparem a posição, no plano sagital, da coluna vertebral e a produção vocal torna também difícil, para nós, explicar a ausência de relações entre o IC, a qualidade vocal e/ou a qualidade das vogais. No futuro, também seria útil considerar a curvatura cervical lordótica para se retirarem conclusões adicionais (Moradi et al., 2014).

Os resultados apresentados refletem a ambiguidade envolvida na determinação de inferências acerca da fisiologia vocal com base em parâmetros acústicos. Considerando os resultados em análise, conclui-se que as associações entre os parâmetros acústicos e a CT não se podem aplicar a todas as vogais analisadas (não havia correlações significativas para as vogais [a] e [i]) e não se pode aplicar a todas as variáveis posturais estudadas (nomeadamente ao CL e ao IC). Isto poderia ser resolvido com uma amostra de dimensão superior. Uma amostra, na qual os indivíduos estivessem plenamente representados no que diz respeito à idade, estatura e peso, entre outras variáveis identificadas anteriormente como influenciadoras da função fonatória e da produção de fala, permitiria o alcance de diferentes resultados. A dimensão da amostra também limitou a representatividade de características da coluna relacionadas à variação do alinhamento sagital da coluna vertebral. Em estudos futuros seria útil considerar-se variáveis relativas à postura da cabeça e do pescoço para complementar estes resultados. Por fim, a recolha de amostras de fala (não só das vogais [a], [i] e [u]), que permita a análise de aspetos segmentais e suprasegmentais envolvidos nos processos de comunicação, também poderia complementar os resultados alcançados (Klingholz, 1990; Parsa & Jamieson, 2001; Zraick et al., 2005).

5.6. Conclusão

Os resultados apresentados neste capítulo salientaram o efeito do alinhamento sagital postural nos subsistemas de articulação e ressonância da produção de voz. Neste estudo, parâmetros acústicos mostraram que curvaturas sagitais da coluna vertebral alteram as propriedades dos segmentos fonéticos produzidos, mostrando que F1 e F3 estavam significativamente associados ao CT no caso da vogal [u]. Como revelado pelo parâmetro F1, a relação entre a mandíbula e a coluna afeta a qualidade vocal. Isto pode ser explicado pelo facto de que falantes com uma grande inclinação do plano mandibular têm uma postura crânio-cervical alongada e uma hiperlordose cervical. Esta condição obriga a coluna a fazer alguns ajustes: hipercifose ao nível das vértebras superiores torácicas, que baixa o CT. Além disso, F3 é um parâmetro particular que parece ajudar a caracterizar a postura da coluna do falante, mais do que mostrar simplesmente o arredondamento dos lábios e a posição do ápex da língua

durante a fala. Considerou-se, assim, que este aspeto está relacionado com uma diferente constrição à passagem do ar/som, causado por um ponto articulatorio modificado em consequência de uma extensão da cabeça e/ou crescimento vertical da face. Estas alterações, na dimensão e no formato do trato vocal, mudam a área de ressonância da cavidade oral anterior, durante a fonação. Estes aspetos individuais e intrínsecos do falante influenciam a qualidade vocal e/ou a qualidade das vogais.

5.7. Referências

- Andrews, M. (2006). *Manual of voice treatment – Pediatrics through geriatrics* (3rd ed). New York, NJ: Delmar Edition.
- Angsuwarangsee, T., & Morrison, M. (2002). Extrinsic laryngeal muscular tension in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 16, 333–343.
- Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *The Spine Journal*, 14, 2373–2383.
- Arboleda, B., & Frederick, A. (2008). Considerations for Maintenance of Postural Alignment for Voice Production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.
- Baken, R., & Orlikoff, R. (2000). *Voice clinical measurement*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Beckford, N. S., Schain, D., Roor, S. R., & Schanbacher, B. (1985). Androgen stimulation and laryngeal development. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, 94, 634–640.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação da voz. In: Behlau, M. (Ed.). *Voz: O Livro do Especialista* (Vol. I., pp.85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. Retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Cukier, S., & Camargo, Z. (2005). Abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes do sinal de fala: *Revista CEFAC*, 7, 93–101.
- Cannito, M. P., Burch, A. R., Watts, C., Rappold, P. W., Hood, S. B., & Sherrard, K. (1997). Disfluency in spasmodic dysphonia: a multivariate analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 627–641.
- Cuccia, A., & Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64, 61–66.
- Digimizer – Image analysis software (version 4.2.2.0) [Computer Software]. Ostend, Belgium: Medcalc Software Ltd. Retrieved from: <http://www.digimizer.com>.
- Dromey, C., Nissen, S. L., Roy, N., & Merrill, R. M. (2008). Articulatory changes following treatment of muscle tension dysphonia: preliminary acoustic evidence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 196–208.

- Fant, G. (1970). *Acoustic Theory of Speech Production*. The Hague, The Netherlands: Mouton & Co. Publishers.
- Fedorak, C., Ashworth, N., Marshall, J., & Paull, H. (2003). Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine*, 28, 1857–1859.
- Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, I., Carrão, L., & Teles J. (2014). Is the sagittal postural alignment different in normal and dysphonic adult speakers? *Journal of Voice*, 28, 523.e1–523.e8.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of Portuguese voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Guimarães, I. (2007). *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Gusmão, C. S., Campos, P. H., & Maia, M. E. O. (2010). O formante do cantor e os ajustes laríngeos utilizados para realizá-lo: uma revisão descritiva. *Per Musi*, 21, 43–50.
- Hand, D., & Taylor, C. (1987). *Multivariate analysis of variance and repeated measures: A practical approach for behavioural scientists*. London, UK: Chapman & Hall.
- Hamdan, A. L., Al-Barazi, R., Tabri, D., Saade, R., Kutkut, I., Sinno, S., & Nassar, J. (2012). Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in young males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.
- Harris, T., & Lieberman, J. (1993). The cricothyroid mechanism, its relation to vocal fatigue and vocal dysfunction. *Voice forum*, 2, 89–96.
- Hayward, K. (2000). *Experimental Phonetics*. Harlow, UK: Pearson.
- IBM Corp. Released (2013). IBM SPSS Statistics for Windows (Version 22.0) [Computer software]. Armonk, NJ: IBM Corp.
- Iwarsson, J., & Sundberg, J. (1998). Effects of lung volume on vertical larynx position during phonation. *Journal of Voice*, 12, 159–165.
- Jacques, H. J. A. (2002) *Alunos sinistros × Carteiras escolares: Um estudo com assimetrias posturais* (master's thesis). Rio de Janeiro: Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos.
- Jiang, J. J., Zhang, Y., MacCallum, J., Sprecher, A., & Zhou, L. (2009). Objective acoustic analysis of pathological voices from patients with vocal nodules and polyps. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 61, 342–349.
- Klingholz, F. (1990). Acoustic recognition of voice disorders: a comparative study of running speech versus sustained vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 87, 2218–2224.
- Kuhn, G. M. (1975). On the front cavity resonance and its possible role in speech perception. *Journal of the Acoustical Society of America*, 58, 428.
- Kooijman, P. G. C., de Jong, F. I. C. R. S., Oudes, M. J., Huinck, W., Van Acht, H., & Graamans, K. (2005). Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persistent voice complaints. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 57, 134–147.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, USA: Wadsworth, Cengage Learning.

- Laver, J., & Trudgill, P. (1979). Phonetic and linguistic markers in speech. In: K.R. Scherer, & H., Giles (Eds.). *Social markers in speech* (pp.1–26). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Laver, J. (1980). *The phonetic description of voice quality*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Liebermen, J. (1998). Principles and techniques of manual therapy: applications in the management of dysphonia. In: T. Harris, S. Harris, J. Rubin, D. Howard (Eds.). *The voice clinic handbook* (pp.91–138). London, UK: Whurr.
- Lippold, C., Danesh, G., Schilgen, M., Drerup, B., & Hackenberg, L. (2006). Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *Angle Orthodontist*, 76, 779–785.
- Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Colton, R. H., Smith, P. B., & Portnay, J. E. (2012). Position of the hyoid and larynx in people with muscle tension dysphonia. *The Laryngoscope*, 122, 370–377.
- McDonnell, M. K., & Sahrman, S. (2002). Movement-impairment syndromes of the thoracic and cervical spine. In: R. Grant (Ed.). *Physical therapy of the cervical and thoracic spine* (3.rd ed., pp.335–354). New York, NJ: Churchill Livingstone.
- MacIntyre, N., Bennett, L., Bonnyman, A., & Stratford, P. (2011). Optimizing reliability of digital inclinometer and flexicurve ruler measures of spine curvatures in postmenopausal women with osteoporosis of the spine: an illustration of the use of generalizability theory. *ISRN Rheumatology*, 571698.
- Masaki, S., Vatikiotis-Bateson, E. (2000). Contrasts in speech articulation observed in sitting and supine conditions. *Abstract of the 5th Speech Production Seminar*, 60.
- Moradi, N., Maroufi, N., Bijankhan, M., Hosseinzadeh, N., Salavati, M., Jalayer, T., Yazdi, M., Ghasemi, F., Soltani, M., Naderifar, E., Mardani, N., & Akbari, M. (2014). Intrarater and interater reliability of sagittal head posture: a novel technique performed by a physiotherapist and a speech and language pathologist. *Journal of Voice*, 28, 842.e11-6.
- Morrison, M. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: how I do it. *Journal of Voice*, 11, 108–114.
- Morrison, M. D., Rammage, L. A., & Nichol, H. (2001). *Management of the voice and its disorders* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular.
- Mosculino, J. E. (2008). *Cinesiologia, o Sistema do Esqueleto e a Função Muscular*. Loures: Lusodidacta.
- Parsa, V., & Jamieson, D. (2001). Acoustic discrimination of pathological voice. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 44, 327–339.
- Quek, J., Pua, Y., Clark, R., & Bryant, A. (2013). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*, 18, 65–71.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Roussouly, P., & Nnadi, C. (2010). Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European Spine Journal*, 19, 1824–1836.

- Rubin, J., Blake, E., & Mathieson, L. (2007). Musculoskeletal patterns in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 21, 477–484.
- Rubin, J. S., Lieberman, J., & Harris, T. M. (2000). Laryngeal manipulation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33, 1017–1034.
- Russell, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 101–109.
- Shiller, D. M., Ostry, D.J., Gribble, P.L. (1999). Effects of gravitational load on jaw movements in speech. *Journal of Neuroscience*, 19, 9073–9080
- Solow, B., & Sandham, A. (2002). Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *European Journal of Orthodontics*, 24, 447–456.
- Stone, M., Stock, G., Bunin, K., Kumar, K., Epstein, M. (2007). Comparison of speech production in upright and supine position. *Journal of the Acoustical Society of America*, 122, 532–541.
- Stepp, C. E., Hillman, R. E., & Heaton, J. T. (2010). The impact of vocal hyperfunction on relative fundamental frequency during voicing offset and onset. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1220–1226.
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice*. Dekalb Illinois: Northern Illinois University Press.
- Sussman, J., & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8, 145–156.
- Tiede, M. K., Masaki, S., Wakumoto, M., Vatikiotis-Bateson, E. (1997). Magnetometer observation of articulation in sitting and supine conditions. *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 3166.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.
- Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 56(4), 220–253.
- Vasconcelos, F. M., Trevisan, D. C., Costa, G. C., Matos, M. S., Reis, J. G., & Abreu, D. C. C. (2010). Thoracic kyphosis degree and its interference with static balance and dynamic task in elderly women. *Geriatrics & Gerontology*, 4, 194–202.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento* (2.^a ed.). Cruz Quebrada: FMH Edições.
- Vilkman, E. (2004). Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 56, 220–253.
- Wang, H., Giambini, H., Zhang, W., Ye, G.-H., Zhao, C., An, K.-N., Li, Y. K., Lan, W. R., Li, J. Y., Jiang, X. S., Zou, Q. L., Zhang, X. Y., & Chen, C. (2012). A modified sagittal spine posture classification and its relationship to deformities and spinal mobility in a Chinese osteoporotic population. *PLoS One*, 7, e38560.
- Wilson, E. L., Madigan, M. L., Davidson, B. S., & Nussbaum, M. A. (2005). Postural strategy changes with fatigue of the lumbar extensor muscles. *Gait & Posture*, 23, 348–354.
- Zraick, R., Wendel, K., & Smith-Olinde, L. (2005). The effect of speaking task on perceptual judgment of the severity of dysphonic voice. *Journal of Voice*, 19, 574–581.

CAPÍTULO 6

ALINHAMENTO SAGITAL DA POSTURA CORPORAL EM FALANTES ADULTOS NORMAIS E DISFÓNICOS⁴

6.1. Resumo

A investigação no âmbito das perturbações vocais, em particular da disфония funcional, tem sugerido uma postura da laringe alterada devido a variações na adaptação muscular, contudo ainda hoje assistimos a uma falta de evidência científica no que se refere à postura corporal. O objetivo do nosso estudo foi verificar se existiam diferenças significativas no alinhamento sagital da coluna vertebral em falantes normais (41 indivíduos) e falantes disfónicos (33 indivíduos). **Desenho do estudo:** Estudo transversal. **Métodos:** Setenta e quatro adultos, 35 homens e 39 mulheres, foram fotografados no plano sagital para que o alinhamento da coluna pudesse ser analisado através do programa Digimizer® – MedCalc Software Ltd.. A avaliação percetiva e acústica, assim como a nasoendoscopia, foram utilizadas para avaliação da disфония: falantes normais e disfónicos. **Resultados:** Para CT e para IC, foi observado um efeito significativo da disфония. As médias de CT e de IC foram significativamente mais elevadas para os falantes disfónicos do que para os falantes normais. Relativamente à variável CT, foi encontrado um efeito significativo do sexo, sendo a média do CT mais elevada para o sexo masculino do que para o sexo feminino. A interação entre disфония e sexo não foi significativa para as variáveis CT e IC. Para a variável CL, foi encontrado um efeito significativo do sexo; não se verificou efeito significativo da disфония ou da interação sexo \times disфония. **Conclusões:** Os resultados indicaram diferenças significativas em algumas medidas da postura da coluna, no plano sagital, entre falantes normais e disfónicos. As medidas posturais podem fornecer informação útil aos protocolos de avaliação vocal e deveriam ser consideradas no planeamento de estratégias particulares de tratamento.

Palavras-chave: Perturbações vocais; Disфония; Disфония funcional; Postura; Comprimento da Curvatura Torácica; Índice Cifótico; Comprimento da Curvatura Lombar.

⁴ Franco, D., Andrea, M., Martins, M., Carrão, L., Teles, J. (2014). Is the sagital postural alignment different in normal and dysphonic adult speakers? *Journal of Voice*, 28 (4) e1-523.e8.

6.2. Introdução

A prática clínica tem revelado que indivíduos com perturbações vocais ou disфония não devem ser analisados apenas com base no mecanismo de produção da fala. O sistema estomatognático é um conjunto de estruturas orais que desenvolvem funções comuns, nomeadamente respirar, mastigar, deglutir, sugar, falar, entre outras. Adicionalmente à sua própria função, o funcionamento do sistema estomatognático também depende da função de outros sistemas, porque não é uma unidade separada do resto do corpo, mas uma unidade que está plenamente integrada nele (Douglas & Oncins, 2013). De acordo com as afirmações dos autores, a comunicação oral envolve um equilíbrio constante para que a respiração e a fala possam ocorrer eficientemente (Douglas & Oncins, 2013). A experiência clínica indica que muitos indivíduos disfônicos têm problemas relacionados com a musculatura ou as estruturas que suportam a laringe. Os investigadores têm sugerido que a disфония resulta de vários fatores: maus hábitos posturais, hipertonidade associada a estados psicológicos, personalidade, tónus associado a refluxo faringolaríngeo, alterações neuromusculares e lesões orgânicas como nódulos, pólipos, quistos e tumores (Morrison, 1997; Van Houtte et al., 2011).

Uma má postura não é saudável, porque não é equilibrada ou eficiente e, portanto, resulta em perturbações posturais (Mosculino, 2008). Conduz à fraqueza muscular e ao alongamento adaptativo, a alterações degenerativas, à dor, a deformações, a compensações, à limitação da mobilidade, à diminuição da capacidade vital, a mudanças nas funções fisiológicas sustentativas e protetoras e à instabilidade (Jacques, 2002). O termo postura corporal refere-se a um conjunto de posições das articulações corporais num determinado momento (Magee, 2002). Assim, uma postura normal implica a ausência de stresse, tensão, forças opostas e a existência de uma relação harmoniosa, sem dor, entre os elementos anatómicos (Mosculino, 2008; Yip, Chiu & Poon, 2008). O alinhamento corporal deve ser efetuado com esforço mínimo e máxima eficiência fisiológica e biomecânica, para que o indivíduo preserve o seu centro de gravidade dentro da base de sustentação (Guimarães, 2007; Mosculino, 2008). Uma coluna normal tem duas curvaturas lordóticas nas regiões cefálica e caudal. Entre estas duas curvaturas lordóticas existe uma curvatura cifótica. Este padrão de curvaturas é normal se permite uma distribuição uniforme de forças ao longo da coluna vertebral. Assim, um desalinhamento sagital da postura da coluna diz respeito a um exagero ou a uma deficiência da lordose e da cifose normais (Roussouly & Nnadi, 2010).

A postura tem sido considerada como uma importante componente da qualidade vocal, especialmente nos estudos acerca da disфония funcional, síndrome por abuso vocal ou síndrome Bogart-Bacall e disфония por tensão muscular. Morrison (1997) começou a descrever o processo de disфония por tensão muscular, com base em estudos de casos com patologia vocal, que

indicavam mau uso muscular e alterações posturais. A disfonia por tensão muscular é uma condição patológica de excesso de tensão nos músculos paralaríngeos e suprahióideos, que é frequentemente observada em mulheres jovens e de meia-idade (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Morrison, 1997; Van Houtte et al., 2011). Consequentemente, é frequente a presença de uma fenda glótica posterior, de elevação da laringe e de alterações na mucosa das pregas vocais (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Morrison, 1997; Roy & Bless, 2000; Van Houtte et al., 2011). Foram definidos dois tipos de disfonia por tensão muscular. A disfonia por tensão muscular primária ocorre na ausência de patologia orgânica das pregas vocais concomitante (Morrison, 1997; Roy & Bless, 2000; Van Houtte et al., 2011; Van Houtte et al., 2013), e a disfonia por tensão muscular secundária, que envolve a presença de uma condição orgânica subjacente (Morrison, 1997; Roy & Bless, 2000; Van Houtte et al., 2013; Verdolini, Rosen & Branski, 2006). Angsuwarangsee e Morrison (2002) descobriram que a tensão muscular extrínseca da laringe é mais elevada em indivíduos com algum tipo de disfonia por abuso ou mau uso muscular do que em indivíduos com outro diagnóstico de perturbação vocal. Este facto sugere uma postura laríngea irregular, que pode ter diferentes etiologias. Por exemplo, alguns autores têm descrito a hiperlordose cervical com extensão da cabeça e curvatura cifótica acentuada na vértebra torácica superior (gibosidade), como estando relacionada com postura laríngea alterada, esforço vocal aumentado e tensão muscular laríngea durante a fonação (Morrison et al., 2001). Se este uso muscular ineficiente persistir ao longo do tempo, os músculos da laringe tornam-se persistentemente tensos. A perturbação do complexo laríngeo e o contínuo encerramento dos espaços tirohióideo ou cricotiroideu, ou o posicionamento anterior da cartilagem cricoide em relação à cartilagem tiroide, podem ser consequências resultantes de todo este abuso vocal (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Rubin et al., 2000; Rubin et al., 2007). Neste sentido, a postura corporal é uma preocupação corrente na área das perturbações vocais (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Arboleda & Frederick, 2008; Kooijman et al., 2005; Rubin et al., 2007; Van Houtte et al., 2013).

A postura envolve ajustes posturais constantes, com inúmeros fatores intrínsecos e extrínsecos, afetando estas estratégias posturais. A estratégia postural associada a fatores extrínsecos é afetada pelas exigências biomecânicas necessárias à manutenção do equilíbrio (Wilson et al., 2005). Os fatores intrínsecos incluem a respiração e a fadiga neuromuscular (Hamaoui et al., 2002; Wilson et al., 2005). Através de mecanismos de *feedback* e *feedforward*, os ajustes posturais desempenham um papel crítico no controlo ortostático postural e até na dinâmica postural, influenciando a produção vocal e a capacidade de desempenho de atividades diárias (Bruno et al., 2009; Cuccia & Caradonna, 2009). Contudo, é necessário perceber de que

modo a postura da coluna pode estar associada à função vocal (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Arboleda & Frederick, 2008; Kooijman et al., 2005; Rubin et al., 2007; Van Houtte et al., 2013). A experiência clínica indica que alguns pacientes com disfonia também têm queixas posturais, mas a investigação raramente expressa estes problemas posturais ou indica a sua prevalência ou, objetivamente, avalia o alinhamento da coluna. Além disso, a observação quantitativa dos fatores geradores de perturbações vocais ainda é insuficiente, especialmente na área da disfonia funcional. Este estudo é parte integrante de uma investigação multidimensional sobre qualidade vocal, desenvolvida pela Universidade de Lisboa, com o intuito de se compreender claramente a relação entre qualidade vocal e postura da coluna vertebral. O objetivo deste estudo foi verificar se existiam diferenças significativas no alinhamento sagital da coluna entre falantes normais e disfónicos. Além disso, os efeitos do sexo também foram avaliados assim como a interação sexo \times disfonia no alinhamento sagital da coluna.

6.3. Métodos

6.3.1. Participantes

A amostra era composta por 74 indivíduos. Todos os participantes tinham idades entre os 20 e os 50 anos, falavam PE como língua materna, não tinham alterações respiratórias e assinaram formulários de consentimento informado. Indivíduos com doença músculo-esquelética, malformações crânio-faciais, trauma ortopédico, alterações no exame espirométrico, doença neurológica, cicatrizes no pescoço devido a cirurgia, radioterapia ou trauma e historial de cirurgia da laringe, foram excluídos do estudo.

Foram apenas incluídos novos pacientes para se assegurar que o conhecimento prévio de um diagnóstico clínico não influenciasse os resultados. Os falantes foram classificados em dois grupos com base na sua qualidade vocal: falantes normais e falantes disfónicos. O grupo de falantes normais incluía 41 indivíduos (22 do sexo masculino e 19 do sexo feminino) com média de idades de $31,02 \pm 9,54$ anos. O grupo de falantes disfónicos abrangia 33 indivíduos (13 do sexo masculino e 20 do sexo feminino) com média de idades de $33,36 \pm 10,94$ anos.

6.3.2. Declaração de ética

A aprovação ética para o desenvolvimento deste estudo foi obtida pela Comissão de Ética para a Saúde do Centro Hospitalar Lisboa Norte/Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. O estudo também foi aprovado pelo Conselho de Administração do Hospital de Santa Maria/Centro Hospitalar Lisboa Norte. O consentimento informado por parte de todos os

participantes foi obtido antes dos exames. Contudo, as explicações fornecidas aos participantes foram apenas aquelas exigidas para o consentimento informado, minimizando assim o efeito deste conhecimento na sua postura corporal habitual, tendo em conta a importância de um comportamento natural durante todo o procedimento experimental.

6.3.3. Procedimentos

O procedimento experimental foi desenvolvido no Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Perturbações da Comunicação do Hospital de Santa Maria, Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa. Os potenciais participantes foram inicialmente avaliados para elegibilidade através de uma entrevista, seguida de uma espirometria. Seguidamente, foram feitas avaliações posturais e de qualidade vocal.

Avaliação postural. As curvaturas sagitais da coluna de cada indivíduo foram analisadas atendendo a: CT, IC e CL. O IC foi calculado como o rácio da PT e do CL. Para tal, foi obtida uma fotografia de plano sagital dos participantes na posição ortostática. A sua análise foi realizada com o programa Digimizer® (MedCalc Software, Ltd, Ostend, Belgium) e pelo método Flexicurve (MacIntyre et al., 2011). Os procedimentos estão descritos pormenorizadamente na secção Adenda deste capítulo. A Figura 13 ilustra as variáveis estudadas.

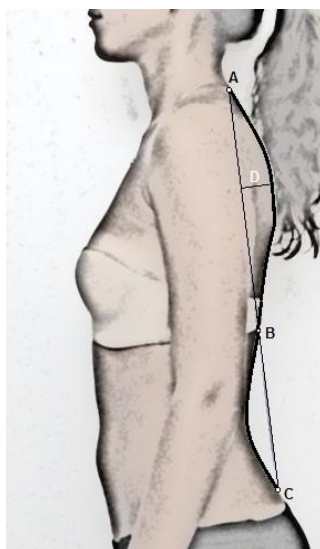


Figura 13. As marcas anatómicas ilustradas são: C7 (A), o ponto de inflexão (B) e o espaço intervertebral L5/S1 (C). As variáveis de caracterização da coluna são: CT = distância em centímetros entre A e B, CL = distância em centímetros entre os pontos B e C, IC = profundidade torácica (D)/CT \times 100.

Segundo Greendale et al. (2011), o IC do método Flexicurve tinha alta precisão intra e inter-avaliador e não diferia significativamente de outras avaliações cifóticas não radiológicas.

No nosso estudo, para evitar o erro inter-avaliador, todas as medições foram efetuadas por um único fisioterapeuta experiente na avaliação da função da coluna vertebral através do programa Digimizer® (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium) e do método Flexicurve. Estes métodos têm vantagens particulares: (a) baixo custo, (b) são não-invasivas e livres de radiação, (c) são fáceis de usar, (d) têm um tempo de medição curto e (e) robustez relativamente à deteção de variações no contorno e na deformação da coluna (Greendale et al., 2011).

Foram reavaliadas dez fotografias três vezes, tendo sido utilizado o valor médio obtido. A precisão intra-avaliador foi calculada usando-se o ICC, mais precisamente, através de ICC (3,1). Os valores obtidos variaram de 0,856 para o IC a 0,992 para o CL, indicando que a precisão intra-avaliador variava entre bom e excelente. O SEM também foi calculado. Os resultados estão apresentados na Tabela 36.

Tabela 36. Precisão intra-avaliador, ICC(3,1) e SEM, relativa às variáveis posturais.

Variáveis da coluna	ICC (95% I.C.)	SEM
CL	0,992 (0,972; 0,998)	0,646
CT	0,987 (0,962; 0,996)	1,215
IC	0,856 (0,645; 0,958)	0,751

Notas. CL = comprimento da curvatura lombar; CT = comprimento da curvatura torácica; IC = índice cifótico; ICC = *Intraclass Correlation Coefficient*; SEM = *Standard Error of Measurement*.

Avaliação da qualidade vocal. Neste estudo em particular, a nasoendoscopia e as avaliações perceptiva e acústica foram usadas complementarmente. Os procedimentos estão descritos no Apêndice. No nosso estudo, os participantes foram classificados como falantes normais ou disfónicos de acordo com a metodologia descrita por Guimarães e Abberton (2005). Especificamente, um indivíduo com perturbação vocal ou disфонia era aquele com: (a) queixas vocais por mais de 15 dias, (b) evidência de lesão estrutural, e/ou (c) alterações na dinâmica laríngea refletidas perceptiva e acusticamente. Se um falante evidenciasse duas ou mais das condições supramencionadas era classificado como disfónico. A avaliação da laringe foi feita pelo médico Otorrinolaringologista, através de um exame nasoendoscópico. Os valores de referência dos parâmetros perceptivos [componente *Grade* da escala de GRBAS (Hirano, 1981)] e dos parâmetros acústicos (F0, *jitter*, intensidade do sinal acústico, *shimmer* e HNR) usados para decidir o diagnóstico, foram os definidos por Hirano (1981), Guimarães e Abberton (2005), Behlau et al. (2001), Mendes e Castro (2005). Conforme mencionado na literatura, as variáveis *jitter*, *shimmer* e as relativas ao ruído (“noise”) são as medidas acústicas mais frequentemente correlacionadas com parâmetros perceptivos de qualidade vocal (Yiu et al., 2000). Butha et al. (2004) referiram-se ao “noise” ou ruído como sendo a qualidade acústica da voz disfónica percebida. De acordo com Ortega et al. (2009), o valor negativo preditivo da avaliação acústica

e percepção é muito elevado, especialmente se estas formas de avaliação são utilizados em conjunto.

6.3.4. Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram analisados com o SPSS Statistics v20 (IBM Corp., Chicago, IL., 2011) e o nível de significância estatística foi definido a 5%. Foram usadas medidas estatísticas descritivas para caracterizar a amostra estudada: M e DP para as variáveis contínuas; frequências e percentagens para as variáveis categóricas. Para avaliar o efeito da disфония, do sexo e da interação sexo \times disфония na média de cada variável dependente (CT, CL e IC) foram efetuadas análises de variância dupla (ANOVAs). As suposições de normalidade e homogeneidade de variâncias da ANOVA dupla, foram avaliadas usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respetivamente.

6.4. Resultados

As características descritivas das variáveis demográficas estão resumidas na Tabela 37, para ambos os sexos. Algumas medidas descritivas das variáveis relativas à coluna sagital (CT, CL e IC), de acordo com disфония e sexo, estão representadas na Tabela 38. As variáveis CT e CL foram medidas em centímetros.

Tabela 37. Medidas descritivas das variáveis demográficas dos indivíduos de acordo com o sexo (N = 74).

Características		Masculino		Feminino	
		n (%)	M (DP)	n (%)	M (DP)
Sexo		35 (47,30)		39 (52,70)	
Idade (anos)			32,43 (9,94)		31,74 (10,52)
Estatura (cm)			174,65 (6,65)		158,89 (17,13)
Peso (kg)			74,40 (13,43)		59,78 (11,66)
Nível de escolaridade	Ensino básico	6 (17,14)		3 (7,69)	
	Ensino secundário	18 (51,43)		19 (48,72)	
	Ensino superior	11 (31,43)		17 (43,59)	
	Sem alteração	32 (91,43)		28 (71,79)	
Caracterização dentária	Aparelho ortodôntico	0 (0,00)		3 (7,69)	
	Contenção	1 (2,86)		1 (2,56)	
	ortodôntica fixa				
	Prótese dentária	2 (5,71)		7 (17,95)	
Fumador	Não	20 (57,14)		32 (82,05)	
	Sim	15 (42,86)		7 (17,95)	

Notas. n = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão.

Tabela 38. Medidas descritivas das variáveis relativas à coluna sagital (CT, CL e IC) para falantes normais e disfônicos, de acordo com o sexo.

Variáveis		Masculino			Feminino		
		n (%)	Min/max	M (DP)	n (%)	Min/max	M (DP)
CT (cm)	Normais	22 (62,86)	41,27/63,71	50,35 (5,90)	19 (48,72)	26,33/42,22	36,48 (4,20)
	Disfônicos	13 (37,14)	45,22/61,71	52,49 (5,05)	20 (51,28)	30,64/47,23	39,70 (5,68)
	Total	35 (47,23)	41,27/63,71	51,15 (5,62)	39 (52,70)	26,33/47,23	38,13 (5,21)
CL (cm)	Normais	22 (62,86)	0,00 ^A /18,80	10,09 (6,01)	19 (48,72)	8,66/22,28	15,69 (4,31)
	Disfônicos	13 (37,14)	0,00 ^A /12,57	7,54 (4,69)	20 (51,28)	6,05/20,95	15,07 (4,32)
	Total	35 (47,23)	0,00 ^A /18,80	9,14 (5,63)	39 (52,70)	6,50/22,28	15,37 (4,27)
IC	Normais	22 (62,86)	10,85/17,39	14,42 (2,00)	19 (48,72)	10,44/17,57	14,09 (2,14)
	Disfônicos	13 (37,14)	12,34/18,76	15,41 (1,73)	20 (51,28)	12,50/19,43	15,17 (1,97)
	Total	35 (47,23)	10,85/18,76	14,79 (1,94)	39 (52,70)	10,44/19,43	14,65 (2,10)

Notas. n = número de indivíduos; M = média; DP = desvio padrão; CT = comprimento da curvatura torácica; CL = comprimento da curvatura lombar; IC = Índice cifótico.

^A O valor 0,00 significa que a distância entre o ponto B e o ponto C na Figura 13 é nula, ou seja, neste caso não existe curvatura lombar (curvatura lombar plana) e não existe ponto de inflexão. Neste caso uma atitude cifótica é mantida ao longo de toda a coluna vertebral do indivíduo.

Relativamente à variável CT, a ANOVA dupla revelou um efeito significativo do sexo [$F(1;70) = 112,43$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,616$, dimensão do efeito elevada (Cohen, 1988)], sendo a média do CT mais elevada no grupo masculino ($M = 51,15$, $DP = 5,62$) do que no feminino ($M = 38,13$, $DP = 5,21$) (ver a Figura 13) e um efeito significativo da disfonia [$F(1;70) = 4,55$, $p = 0,036$; $\eta_p^2 = 0,061$, dimensão do efeito moderada (Cohen, 1988)], sendo a média do CT mais elevada para falantes disfônicos ($M = 44,74$, $DP = 8,31$) do que para falantes normais ($M = 43,92$, $DP = 8,67$); a interação sexo \times disfonia não apresentou efeito significativo ($F(1;70) = 0,18$, $p = 0,670$; potência obs. = 0,071).

Para a variável CL, a ANOVA dupla revelou um efeito significativo do sexo [$F(1;70) = 31,41$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,310$, dimensão do efeito elevada (Cohen, 1988)], sendo a média do CL mais elevada para as mulheres ($M = 15,37$, $DP = 4,27$) do que para os homens ($M = 9,14$, $DP = 5,63$), assim como ilustrado na Figura 13. A disfonia ($F(1;70) = 1,83$, $p = 0,181$; potência obs. = 0,266) e a interação sexo \times disfonia ($F(1;70) = 0,68$, $p = 0,410$; potência obs. = 0,128) não tiveram um efeito significativo na média do CL.

Quanto à variável IC, a ANOVA dupla indicou um efeito significativo da disfonia [$F(1;70) = 4,85$, $p = 0,031$; $\eta_p^2 = 0,065$, dimensão do efeito moderada (Cohen, 1988)], sendo a média do IC mais elevada para falantes disfônicos ($M = 15,27$, $DP = 1,85$) do que para falantes normais ($M = 14,27$, $DP = 2,04$); a variável sexo ($F(1;70) = 0,37$, $p = 0,547$; potência obs. = 0,092) e a interação sexo \times disfonia ($F(1;70) = 0,01$, $p = 0,921$; potência obs. = 0,051) não revelaram um efeito significativo na média do IC (ver a Figura 14).

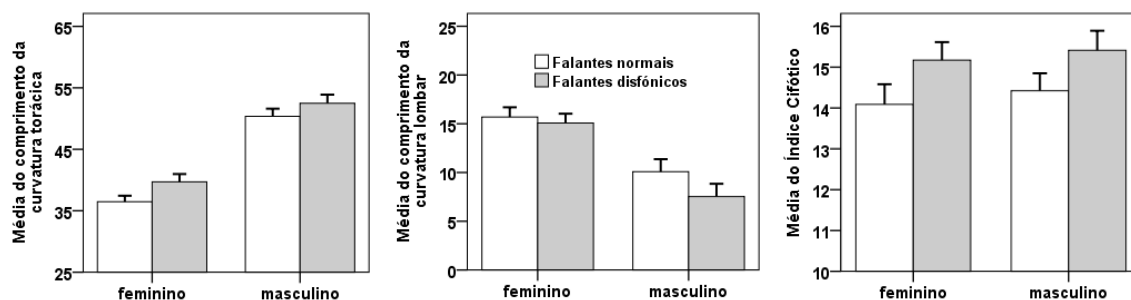


Figura 14. Média e erro padrão do CT, do CL e IC para falantes normais e disfônicos de acordo com o sexo.

6.5. Discussão

Os resultados alcançados sugerem um efeito significativo da disфонia nas medidas da postura da coluna vertebral, quando se compara falantes normais e disfônicos. Contudo, os sistemas compreensivos de classificação e os critérios para a classificação do alinhamento da coluna no plano sagital, particularmente no que respeita à disфонia, ainda são ambíguos e equívocos. Na literatura, existe uma disparidade substancial no que diz respeito à caracterização da curvatura das colunas torácicas e lombares (Roussouly & Nnadi, 2010; Wang et al., 2012). A cifose torácica tem sido referida como estando entre os 30-50 graus (Roussouly & Nnadi, 2010; Wang et al., 2012), enquanto a lordose lombar varia entre os 30 e os 50 graus (Wang et al., 2012), e pode variar em função da inclusão da junção sacro-lombar (Roussouly & Nnadi, 2010). No entanto, existe uma correlação positiva entre a cifose torácica e a lordose lombar (Van Royen et al., 1998). Considerando a eficiência fisiológica e biomecânica do corpo, é essencial analisar a postura da coluna no seu plano sagital. Miyakoshi, Itoi, Kobayashi e Kodama (2003) sugeriram a cifose lombar como um preditor negativo da qualidade de vida e a mobilidade da coluna como um indicador positivo e o fator mais importante. Um indivíduo com uma alteração angular igual à de outra pessoa, pode sentir um efeito global diferente na coluna devido à relação compensatória e interativa entre segmentos separados da coluna (Wang et al., 2012). De facto, uma postura “correta” implica um equilíbrio perfeito entre músculos profundos extensores e flexores, conduzindo o corpo a um estado de máxima economia (Mosculino, 2008). Quando o equilíbrio constante é permanentemente alterado, desenvolvem-se compensações. Estas compensações ocorrem na postura da coluna e também na configuração da laringe. Se as curvaturas alteradas da coluna resultam da disфонia (funcional ou orgânica) ou se a disфонia resulta da alteração das curvaturas da coluna, é ainda condição causal a debater. Por exemplo, no nosso estudo, havia indivíduos com alterações na curvatura da coluna, mas que não tinham disфонia ou queixas vocais e havia, ainda, indivíduos sem alterações na postura da coluna e que

apresentavam, simultaneamente, disfonia ou queixas vocais. Bricot (1999) diz que 90% da população tem desequilíbrio postural. A explicação para uma postura alterada pode ter múltiplas causas e ser multifacetada. O impacto deste desequilíbrio na qualidade da voz dependerá da interação de outros fatores, incluindo aqueles já mencionados. Os resultados indicaram que não existiam diferenças no CL entre falantes disfônicos e normais apesar da interação sexo \times disfonia. Contudo, para o CT foi obtida uma diferença significativa entre os dois grupos. Além disso, também foram observadas diferenças significativas no IC entre falantes disfônicos e normais, confirmando assim os resultados acima mencionados. Esta evidência quantitativa está de acordo com as sugestões de alguns investigadores (Arboleda & Frederick, 2008; Bruno et al., 2009; Giovanni, Akl & Ouaknine, 2008; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Morrison & Rammage, 1993; Morrison et al., 2001).

Uma postura alterada, como a sustentação posterior ou anterior do peso corporal, a lordose excessiva, a cifose e/ou a posição desviante da cabeça, serão compensadas pelo pescoço e por toda a zona laríngea (Kooijman et al., 2005; Lieberman, 1998). Quando se considera a cifose torácica, os ombros estão numa posição arredondada, inclinando-se para a frente (Arboleda & Frederick, 2008). Esta condição promove a compressão da região peitoral e, também, um encurtamento adaptativo dos músculos abdominais e extrínsecos da laringe, o que pode causar uma perda do equilíbrio postural ou um decréscimo das estratégias posturais durante a fonação, como resultado de uma alteração do esquema propriocetivo do corpo (Arboleda & Frederick, 2008; Bruno et al., 2009; Giovanni, Akl & Ouaknine, 2008; Kooijman et al., 2005). Consequentemente, a cabeça assume uma posição que orienta o olhar para um plano inferior e descendente. Por sua vez, a zona superior da coluna cervical hiperalonga para facilitar um olhar vertical (Rubin et al., 2007). Este posicionamento da cabeça e do pescoço desenvolve fraqueza nos músculos anteriores do pescoço (músculos suprahioideos e infraioideos) e nos retratores do pescoço, com encurtamento adaptativo do grupo suboccipital (Arboleda & Frederick, 2008; Rubin, Blake & Mathieson, 2007). Hülse (1991) também descreveu a relação entre problemas cervicais e tensão aumentada na laringe, a qual resulta em perturbação vocal. De acordo com Arboleda e Frederick (2008), uma das consequências na produção da voz é o estreitamento da faringe, que pode ter um impacto negativo na ressonância vocal. Bruno et al. (2009) e Kooijman et al. (2005) afirmaram que existe evidência clínica da presença de hipertonia dos músculos extrínsecos da laringe, de sustentação posterior do peso corporal e de posicionamento anterior da cabeça na disfonia severa.

Na postura cifótica, tanto os músculos intercostais como os músculos abdominais assumem posições adaptativas mais curtas, com impacto no volume pulmonar durante a inspiração, por restringir tanto a descida do diafragma como a expansão lateral das costelas. O

fluxo de ar para a vocalização é comprometido por esta condição, podendo resultar em fadiga vocal e em dificuldade na projeção vocal (Arboleda & Frederick, 2008). De acordo com Estenne, Zocchi, Ward e Macklem (1990), a atividade dos músculos torácicos e abdominais na fonação parece afetar o controlo postural. Neste sentido, muitas das alterações na intensidade da voz são causadas pelo esvaziamento ativo da caixa torácica, realizado pela contração do *triangularis sterni* e dos músculos abdominais, necessário para otimizar o movimento de inspiração do diafragma, que rapidamente contrai durante a produção vocal para preencher os pulmões com ar entre sequências de fala (Bruno et al., 2009; Estenne et al., 1990).

Durante a produção de fala em intensidades altas e durante a produção de fala em volumes pulmonares reduzidos, são contraídos ativamente os músculos abdominais oblíquos, numa posição ortostática (Hoit, 1995; Hoit, Palssman, Lansing & Hixon, 1988). Além disso, o alargamento ativo da caixa torácica que ocorre durante a postura pré-fonatória, não é uma resposta passiva à compressão abdominal (Bruno et al., 2009; Cavallo & Baken, 1985). Adicionalmente, o desalinhamento da posição da cabeça, incluindo um aumento na lordose lombar com elevação adaptativa da cabeça, determina um padrão respiratório inflexível que resulta em compressão do trato vocal (Guimarães & Abberton, 2005; Iwarsson & Sundberg, 1998).

Finalmente, e como previamente apresentado, os resultados alcançados apontam para uma média mais elevada do CT no grupo de falantes disfônicos em comparação com o grupo de falantes normais, após o controlo de diferenças de sexo. A mesma diferença é observada na média do IC. Os resultados estão de acordo e podem apoiar outros estudos no âmbito das disfonias funcionais, em particular da disfonia por tensão muscular (Angsuwarangsee & Morrison, 2002; Kooijman et al., 2005; Rubin et al., 2007; Van Houtte et al., 2011). Morrison e Rammage (1993) destacaram essencialmente quatro fatores internos que afetam a fonação: desvio da postura corporal e mau uso muscular, comportamentos vocais, fatores emocionais e refluxo gastroesofágico. A estes fatores, os investigadores adicionaram a tensão assimétrica da cabeça e dos ombros e a lordose cervical aumentada, com consequências diretas na fonação (Morrison & Rammage, 1993). De facto, Angsuwarangsee e Morrison (2002) admitiram que a disfonia por abuso ou mau uso muscular era provavelmente a causa mais frequente da disfonia funcional crónica. Além disso, Van Houtte et al. (2011) sugeriram três categorias distintas, para catalogar os fatores etiológicos da disfonia por tensão muscular: fatores relacionados com a personalidade e com estados psicológicos, abuso ou uso vocal indevido e compensação de uma doença/patologia subjacente. Consequentemente, os músculos da laringe ficam hipertensos porque tentam encontrar um novo ponto de equilíbrio (Van Houtte et al., 2011).

Por último, apresentam-se alguns tópicos importantes que podem ser considerados em estudos futuros. Primeiro, poderá ser útil a existência de uma definição clara e precisa dos diferentes tipos de curvaturas da coluna vertebral com base no comprimento e no equilíbrio da curvatura da coluna, para assim se identificar posturas normais e patológicas. Segundo, apesar de investigadores como Greendale et al. (2011) que argumentam o uso da avaliação não radiológica da coluna vertebral na rotina clínica com base nas suas várias vantagens, outras ferramentas deveriam ser utilizadas em combinação com a avaliação visual para, assim, se melhorar a qualidade da avaliação da postura da coluna (Fedorak et al., 2003; Greendale et al., 2011). Terceiro, deveriam ser desenvolvidos estudos longitudinais para prover informação sobre a relação causa-efeito entre o alinhamento sagital da coluna vertebral e a disfonia, considerando-se o conhecimento de dois aspetos: (a) a magnitude das alterações nas curvaturas da coluna que podem causar disfonia, e (b) a magnitude das alterações na dinâmica vocal e na laringe que podem causar alterações na postura da coluna, no plano sagital.

6.6. Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que os valores médios do CT e do IC podem ser significativamente mais elevados para falantes normais do que para falantes disfónicos. Pelo contrário, não existiram diferenças significativas na média do CL entre o grupo normal e o disfónico. Este estudo comparou, pela primeira vez, o comprimento das curvaturas e o equilíbrio do alinhamento das curvaturas da coluna vertebral com a qualidade vocal. Assim, indicaram-se biomarcadores importantes associados às perturbações vocais. Uma atenção especial deve ser dada à postura da coluna, especialmente quando são observados outros fatores de risco de disfonia. Acredita-se que as medidas posturais podem ser indicadores úteis nos protocolos de avaliação de voz, e deveriam ser consideradas quando são planeadas estratégias particulares de tratamento. Apenas através de uma visão integral e compreensiva do ser humano se poderá resolver os problemas vocais.

6.7. Referências

- Angsuwarangsee, T., & Morrison, M. (2002). Extrinsic laryngeal muscular tension in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 16, 333–343.
- Arboleda, B. M., & Frederick, A. L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In M. Behlau (Ed.), *Voz: o livro do especialista* (Vol. I, pp. 85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.

- Boersma, P., & Weenink, D. (2012). *Praat: doing phonetics by computer* (Version 5.3.23) [Computer software]. Retrieved 1 June 2012 from <http://www.praat.org/>
- Bricot, B. (1999). *Posturologia*. São Paulo, Brasil: Ícone.
- Bruno, E., Padova, A., Napolitano, B., Marroni, P., Batelli, R., Ottaviani, F., & Alessandrini, M. (2009). Voice disorders and posturography: variables to define the success of rehabilitative treatment. *Journal of Voice*, 23, 71–75.
- Butha, T., Patrick, L., & Garnett, J. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice*, 18, 299–304.
- Cannito, M., Burch, A., Watts, C., Rappold, P., Hood, S., & Sherrard, K. (1997). Disfluency in spasmodic dysphonia: a multivariate analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 627–641.
- Cavallo, S., & Baken, R. (1985). Prephonatory laryngeal and chest wall dynamics. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 28, 79–87.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cuccia, A., & Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64, 61–66.
- Douglas, C. R., & Oncins, M. (2013). Fundamentos fisiológicos para motricidad orofacial. In Susanibar, F. Susanibar, D. Parra, & A. Dioses (Eds.), *Motricidad orofacial - Fundamentos basados en evidencias* (pp. 111–139). Madrid, Spain: Editorial EOS.
- Estenne, M., Zocchi, L., Ward, M., & Macklem, P. (1990). Chest wall motion and expiratory muscle use during phonation in normal humans. *Journal of Applied Physiology*, 68, 2075–2082.
- Fedorak, C., Ashworth, N., Marshall, J., & Paull, H. (2003). Reliability of the visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? *Spine*, 28, 1857–1859.
- Giovanni, A., Akl, L., & Ouaknine, M. (2008). Postural dynamics and vocal effort: preliminary experimental analysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60, 80–85.
- Greendale, G., Nili, N. S., Huang, M. H., Seeger, L., & Karlamangla, A. S. (2011). The reliability and validity of three non-radiological measures of thoracic kyphosis and their relations to the standing radiological Cobb angle. *Osteoporosis International*, 22, 1897–1905.
- Guimarães, I. (2002). *An electrolaryngographic study of dysphonic portuguese speakers* (Doctoral dissertation). University of London, London, UK.
- Guimarães, I. (2007). *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of Portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Hamaoui, A., Do, M., Poupard, L., & Bouisset, S. (2002). Does respiration perturb body balance more in chronic low back pain subjects than in healthy subjects? *Clinical Biomechanics*, 17, 548–550.
- Harris, T., & Lieberman, J. (1993). The cricothyroid mechanism, its relation to vocal fatigue and vocal dysfunction. *Voice Forum*, 2, 89–96.

- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York, NJ: Springer Verlag.
- Hoit, J. (1995). Influence of body position on breathing and its implications for the evaluation and treatment of speech and voice disorders. *Journal of Voice*, 9, 341–347.
- Hoit, J., Palssman, B., Lansing, R., & Hixon, T. (1988). Abdominal muscle activity during speech production. *Journal of Applied Physiology*, 65, 2656–2664.
- Hülse, M. (1991). Cervical dysphonia. *Folia Phoniatri (Basel)*, 43(4), 181–196.
- IBM Corp. Released (2011). IBM SPSS Statistics for Windows, (Version 20.0) [Computer software]. Armonk, NJ: IBM Corp.
- Iwarsson, J., & Sundberg, J. (1998). Effects of lung volume on vertical larynx position during phonation. *Journal of Voice*, 12, 159–165.
- Jacques, H. (2002). *Alunos sinistros X carteiras escolares: um estudo com assimetrias posturais* (Master's Thesis). Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Kooijman, P. G., de Jong, F. I., Oudes, M. J., Huinck, W., Van Acht, H., & Graamans, K. (2005). Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persistent voice complaints. *Folia Phoniatri et Logopaedica*, 57, 134–147.
- Lieberman, J. (1998). Principles and techniques of manual therapy: applications in the management of dysphonia. In T. Harris, S. Harris, J. Rubin, & D. Howard (Eds.), *The voice clinic handbook* (pp. 91–138). London, UK: Whurr.
- MacIntyre, N. J., Bennett, L., Bonnyman, A. M., & Stratford, P. W. (2011). Optimizing reliability of digital inclinometer and flexicurve ruler measures of spine curvatures in post-menopausal women with osteoporosis of the spine: an illustration of the use of generalizability theory. *ISRN Rheumatology*, 2011, 571698.
- Magee, D. (2002). Avaliação postural. In D. Magee, *Disfunção musculoesquelética* (pp. 105–157). São Paulo, Brasil: Manole.
- Mendes, A., & Castro, E. (2005). Análise acústica da avaliação vocal I: tarefas fonatórias e medidas acústicas. *Revista Portuguesa de ORL*, 43, 127–136.
- Miyakoshi, N., Itoi, E., Kobayashi, M., & Kodama, H. (2003). Impact of postural deformities and spinal mobility on quality of life in postmenopausal osteoporosis. *Osteoporosis International*, 14, 1007–1012.
- Morrison, M. (1997). Pattern recognition in muscle misuse voice disorders: how I do it. *Journal of Voice*, 11, 108–114.
- Morrison, M. D., & Rammage, L. A. (1993). Muscle misuse voice disorders: description and classification. *Acta Oto-laryngologica*, 113, 428–434.
- Morrison, M. D., Rammage, L. A., & Nichol, H. (2001). *Management of the voice and its disorders* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular.
- Mosculino, J. E. (2008). *Cinesiologia, o sistema do esqueleto e a função muscular*. Loures: Lusodidacta.
- Ortega, J., Cassinello, N., Dorcaratto, D., & Leopaldi, E. (2009). Computerized acoustic voice analysis and subjective scaled evaluation of the voice can avoid the need for laryngoscopy after thyroid surgery. *Surgery*, 145, 265–271.

- Quek, J., Pua, Y. H., Clark, R. A., & Bryant, A. L. (2013). Effects of thoracic kyphosis and forward head posture on cervical range of motion in older adults. *Manual Therapy*, 18, 65–71.
- Roussouly, P., & Nnadi, C. (2010). Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European Spine Journal*, 19, 1824–1836.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Roy, N., & Bless, D. M. (2000). Personality traits and psychological factors in voice pathology: a foundation for future research. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 43, 737–748.
- Rubin, J. S., Lieberman, J., & Harris, T. M. (2000). Laryngeal manipulation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33, 1017–1034.
- Rubin, J., Blake, E., & Mathieson, L. (2007). Musculoskeletal patterns in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 21, 477–484.
- Sataloff, R. (2005). *Clinical assessment of voice*. San Diego, CA: Plural Publishing.
- Van Houtte, E., Clayes, S., D'haeseleer, E., Wuyts, F., & Van Lierde, K. (2013). An examination of surface EMG for the assessment of muscle tension dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 177–186.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.
- Van Royen, B., Toussaint, H., Kingma, I., Bot, S., Caspers, M., Harlaar, J., & Wuisman, P. (1998). Accuracy of the sagittal vertical axis in a standing lateral radiograph as a measurement of balance in spinal deformities. *European Spine Journal*, 7, 408–412.
- Verdolini, K., Rosen, C., & Branski, R. (2006). *Classification manual for voice disorder-I*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Wang, H.-J., Giambini, H., Zhang, W.-J., Ye, G.-H., Zhao, C., An, K.-N., . . . Chen, C. (2012). A modified sagittal spine postural classification and its relationships to deformities and spinal mobility in a Chinese osteoporotic population. *PLOS One*, 7, e38560.
- Wilson, E. L., Madigan, M. L., Davidson, B. S., & Nussbaum, M. A. (2005). Postural strategy changes with fatigue of the lumbar extensor muscles. *Gait & Posture*, 23, 348–354.
- Yip, C., Chiu, T., & Poon, A. (2008). The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain. *Manual Therapy*, 13, 148–154.
- Yiu, E., Worrall, L., Longland, J., & Mitchell, C. (2000). Analyzing vocal quality of connected speech using Kay's computerized speech lab: a preliminary finding. *Clinical Linguistics & Phonetics*, 14, 295–305.

6.8. Adenda

6.8.1. Avaliação postural

Fotografias no plano sagital. Cada participante foi submetido a fotografias numa posição de pé, no plano sagital, para se visualizar as curvaturas da coluna vertebral. Foi usada uma máquina fotográfica digital Sony para se tirar as fotografias, mantendo-se a mesma distância para todos os participantes. Foi solicitada a remoção da roupa que cobria as costas para se assegurar uma identificação exata das proeminências ósseas. O calçado também foi removido para que os indivíduos conseguissem uma postura ereta mais consistente. Os participantes foram orientados para se posicionarem de pé numa posição ereta e para manterem a sua postura natural ao longo de todo o procedimento (Fedorak et al., 2003; Quek et al., 2013; Roussouly & Nnadi, 2010).

Análise postural. Para a análise das fotografias, foi usado o programa Digimizer® – MedCalc Software Ltd.. Este programa permitiu aumentar a imagem incontáveis vezes, e assim se obter maior exatidão de análise e marcação, sem perda de qualidade. Também permitiu, usando uma referência com dimensões conhecidas na fotografia, tirar medidas subsequentes de pontos assinalados na imagem, em centímetros. A metodologia seguida foi aquela usada no método Flexicurve, em que uma linha vertical foi desenhada para unir a proeminência de C7 (ponto A na Figura 13), e a proeminência do espaço intervertebral L5/S1 (ponto C na Figura 13) (MacIntyre et al., 2011). No nosso estudo, esta análise foi feita digitalmente, usando a fotografia e o programa Digimizer®. Os métodos convencionais para determinar as curvaturas torácica e lombar baseados na junção torácico-lombar são simplísticos, pelo que se considerou a mudança na relação espacial entre os corpos vertebrais, denominado ponto de inflexão (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010). Isto está representado na Figura 13 como ponto B. O CT foi medido em centímetros de C7 (ponto A) ao ponto de inflexão (ponto B). O CL foi medido em centímetros do ponto de inflexão (ponto B) ao espaço intervertebral L5/S1 (ponto C). O valor 0,00 relativo à variável CL significa que a distância entre os pontos B e C é nula. Neste caso, não existe ponto de inflexão (ponto B) e a curvatura lombar é plana. Uma atitude cifótica é mantida ao longo da coluna. A PT era a distância vertical da linha reta até ao ponto com maior CT (distância D na Figura 13). O IC foi então determinado usando a equação $IC = PT/CT \times 100$.

Para uma medida ser clinicamente útil, tem que ter um ICC suficientemente elevado e um SEM suficientemente reduzido (Arboleda & Frederick, 2008). A precisão intra-avaliador, avaliada através do ICC, apresentou valores que poderiam ser classificados de bom a excelente para todas as variáveis dependentes medidas. Para o IC, o valor obtido foi consistente com os resultados anteriores de Greendale et al. (2011) ($ICC \geq 0,9$). O SEM variava de 0,440 a 1,215.

Não foi encontrada nenhuma literatura descrevendo a precisão de medidas relativas às curvaturas sagitais da coluna vertebral, em falantes normais e disfônicos, usando o Digimizer® e o método Flexicurve (digital).

6.8.2. Avaliação de qualidade vocal

Gravações da voz. O sinal acústico foi obtido por um Marantz PMD660 com um microfone unidirecional Beyerdynamic, numa cabine Faraday. O microfone foi posicionado lateralmente à boca, mantendo uma distância constante de 5 cm para todos os indivíduos. Durante as gravações, os falantes estavam de pé na sua postural usual, o mais natural possível, o que permitiu que revelassem características vocais que não fossem influenciadas por adaptações posturais. Os comportamentos vocais efetuados foram: a produção sustentada das vogais do PE [a], [i] e [u], que correspondem às posições extremas do sistema fonético vocálico, assim como a conversação e a leitura [versão Portuguesa de “A história do rato Artur” (Guimarães, 2002)]. A análise áudio-percetiva da voz foi feita por uma terapeuta da fala – a investigadora principal.

Avaliação perceptiva e acústica. A nível perceptivo, a escala GRBAS (Hirano, 1981) foi adotada para classificar os falantes com base na presença ou ausência de disфонia. Um falante era classificado como disfônico quando obtinha uma pontuação de ≥ 1 no parâmetro *Grade* da escala GRBAS. Os parâmetros rugosidade, soproidade, astenia e tensão são parâmetros de qualidade e não foram considerados na classificação normal *versus* disfônico. Acusticamente, a F0, o *jitter*, a intensidade do sinal acústico, o *shimmer* e o HNR foram as cinco variáveis consideradas para a decisão relativa à classificação nos grupos: normal *versus* disfônico. O *software* Praat, v5.3.23 (Boersma & Weenink, 2012) foi usado e os parâmetros acústicos foram obtidos de uma forma automática através de uma porção de sinal selecionado (1,5 segundos), que representa valores médios. Para a análise das vogais sustentadas só a porção média é que foi considerada, que corresponde à porção mais estável do sinal. Não foram considerados valores de *jitter*, *shimmer* e HNR na análise de fala sequencial (Guimarães, 2002; Guimarães, 2007).

Avaliação otorrinolaringológica. A análise da voz falada realizada pelo médico Otorrinolaringologista foi baseada no Exame Laríngeo proposto por Sataloff (Sataloff, 2005). Durante a avaliação do fenómeno vocal, a naseoendoscopia foi usada para se obter um comportamento de fala mais natural e também permitiu a avaliação das vias aéreas superiores, cruciais para a qualidade vocal. Adicionalmente, durante a naseoendoscopia, as gravações foram feitas com a fonação do [i] sustentado com frequência crescente, frases padronizadas e respiração tranquila.

CAPÍTULO 7

DISCUSSÃO GERAL

A fala, para além de outras qualidades consideradas únicas na espécie humana, é um dos aspetos vitais mais importantes da humanidade. Ela permite a transmissão de informação oral a uma velocidade que é dez vezes mais rápida do que aquela que poderíamos alcançar através de outros sons (Lieberman, 2006). Ao longo da história, a Fonética e a Linguística têm dado especial atenção ao estudo das semelhanças dentro de uma Língua, o que é fundamental para a descrição de fenómenos e para a caracterização de padrões normativos e distintivos (Guimarães, 2007; Laver, 1980). Recentemente, tem sido manifestado um interesse particular no estudo de características fonéticas que não alteram o segmento linguístico, como apresentado ao longo deste trabalho.

A qualidade vocal é uma característica de uma sequência fonética audível, produto da atividade laríngea e do trato vocal, sendo particular em cada indivíduo. A especificidade da qualidade vocal remete para a análise de características anatómicas e fisiológicas do falante, não só associadas diretamente à laringe e ao trato vocal mas também associadas à morfologia do restante corpo. No Capítulo 1 (enquadramento teórico), foram salientados os vários fatores que podem influenciar a qualidade vocal, sendo esses fatores linguísticos, paralinguísticos e extralinguísticos. Enquadrado neste último fator – extralinguístico – surgem as características anátomo-fisiológicas intrínsecas ao falante, fundamental na prática clínica.

A prática clínica fez despoletar várias questões relativas à qualidade vocal, à incidência de disfonia e ao desenvolvimento de recidivas no processo de reabilitação vocal, as quais aguardavam resposta. As características não-linguísticas ou extralinguísticas são diferentes de indivíduo para indivíduo e, por isso, podem diferenciar e discriminar falantes, sendo chamadas de ajustes fonéticos (Laver, 1980). Este é um campo de interesse particular, por exemplo, para a área das perturbações vocais e da Fonética Forense (Hollien et al., 2014).

A compreensão da influência da morfologia corporal na perspetiva da variação da qualidade vocal é ainda incipiente. Esta Tese centrou-se na análise da produção vocal do PE, com o intuito de se descreverem influências próprias do falante, na sua qualidade vocal, através do estudo da variabilidade extralinguística. Os quatro artigos desenvolvidos de modo a descrever essas influências, incidiram no estudo da morfologia corporal, nomeadamente da composição corporal, do somatótipo e da postura da coluna vertebral no seu plano sagital, associada à qualidade vocal. Assim, pretendeu-se ampliar o conhecimento atual sobre a relevância das características vocais decorrentes de diferenças anatómicas entre os indivíduos e

que influenciam a produção vocal. Pretendeu-se, também, lançar luz sobre a existência ou não de relações entre as características morfológicas e a incidência de patologia vocal.

Atendendo aos objetivos estabelecidos na introdução global, tratou-se de forma separada algumas das variáveis morfológicas estudadas, para se objetivar a análise: qualidade vocal *versus* composição corporal e qualidade vocal *versus* postura corporal. Começou-se por verificar os efeitos da composição corporal e da postura nos parâmetros acústicos da qualidade vocal dos falantes. Assim, a metodologia utilizada no Capítulo 3 foi semelhante àquela que foi usada no Capítulo 5. Após se explorarem efeitos, verificou-se a existência de diferenças na composição corporal e na postura entre falantes normais e falantes disfónicos. Do mesmo modo que nos Capítulos 3 e 5, a metodologia levada a cabo no Capítulo 4 foi idêntica à usada no Capítulo 6.

Várias conclusões foram obtidas na continuidade deste trabalho, especificamente, verificou-se a existência de associações significativas entre algumas medidas de composição corporal e de postura corporal e a qualidade vocal, associadas à produção vocal com e sem patologia vocal. Seguidamente, serão apresentadas várias reflexões formuladas a partir das conclusões alcançadas nos Capítulos 3, 4, 5 e 6 deste trabalho.

7.1. Qualidade vocal *versus* composição corporal

Os modelos e as técnicas que permitem a análise da composição corporal são diversos. O corpo pode ser descrito como um modelo de dois compartimentos, constituído por MG e MLG. Um dos componentes da composição corporal é estimado, neste caso a MG, e o outro é obtido por subtracção assumindo-se que a composição da MLG é constante (Brozek et al., 1963; Pace & Rathbun, 1945; Siri, 1961). O modelo e métodos de dois compartimentos são a forma de avaliação mais antiga encontrada para a descrição da composição corporal *in vivo* e é o modelo mais comumente utilizado. No entanto, a validade da análise da composição corporal aumenta quando se medem mais componentes. A antropometria é, pois, essencial ao permitir a obtenção de um maior número de variáveis para a caracterização da composição corporal.

Apesar dos avanços tecnológicos e metodológicos, a simplicidade e baixo custo das medidas antropométricas, faz delas as variáveis mais comumente utilizadas em investigação (Barsties et al., 2013; Branco, 2012; Caninas, 2002; Evans et al., 2008; Feliz, 2003; Hamdan et al., 2012; Hamdan et al., 2013; Hamdan et al., 2014; Minderico, 2006; Santos, 2013; Silva, 2005; Solomon et al., 2011). A antropometria, ao permitir explicar os caracteres mensuráveis do corpo (Branco, 2012; Caninas, 2002; Santos, 2013), traduz-se num instrumento de intervenção porque é capaz de revelar problemas na área da saúde, avaliar a maturidade e estudar a variabilidade morfológica (Fragoso, 1992; Fragoso & Vieira, 2014). Por outro lado, o

somatótipo é um método de investigação fundamental em antropologia, usado para estudar dimensões e proporções morfológicas em indivíduos vivos (Tóth et al., 2014).

A investigação sobre a composição corporal e a qualidade vocal remete para resultados incoerentes (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Boë et al., 2013; Bortolotti & Silva, 2005; Collins, 2000; Da Cunha et al., 2009, 2011; Evans et al., 2006; Fitch & Giedd, 1999; Gonzalez, 2003, 2004; Hamdan et al., 2012, 2013, 2014; Künzel, 1989), permanecendo dúvidas acerca do efeito da composição corporal na fonação e na articulação verbal. Tanto quanto é possível conhecer, os estudos que incluem essa mesma análise em falantes disfônicos parece ser inexistente. Por outro lado, pouco se sabe sobre a relação entre tipos morfológicos e qualidade vocal, sendo a descrição somatotópica de falantes disfônicos aparentemente inexistente. Considerando as vantagens apontadas para os métodos de dois compartimentos e da antropometria, este modelo e esta técnica foram utilizadas nos estudos descritos nos Capítulos 3 e 4, para se atingir os seguintes objetivos: (a) verificar a existência de relações entre parâmetros acústicos de qualidade vocal, composição corporal e o somatótipo; (b) determinar diferenças entre falantes normais e falantes disfônicos considerando a composição corporal e o somatótipo; (c) fornecer informações sobre características antropométricas e de composição corporal de uma amostra de falantes adultos do PE.

No Capítulo 3, observou-se que o sexo teve um efeito significativo sobre F0, DP F0, F1, F2, F3 e F4 para as vogais [a], [i] e [u], com exceção do DP F0 para a vogal [a], do parâmetro F3 para a vogal [i] e de todos os formantes para a vogal [u]. A influência da variável sexo nos parâmetros de frequência vai de encontro ao documentado na literatura (Andrews, 2006; Baken & Orlikoff, 2000; Guimarães & Abberton, 2005; Russel et al., 1995; Sussman & Sapienza, 1994). Os nossos resultados salientam, assim, a influência das características morfológicas do falante, geneticamente determinadas, nas propriedades dos segmentos fonéticos realizados.

Também se verificou que o IMC está negativa e significativamente relacionado com o parâmetro HNR da vogal [a]. Considerando que o parâmetro HNR fornece uma estimativa do ruído glótico, indivíduos com maior HNR apresentarão uma voz mais disfônica (Yumoto, Baer, & Gould, 1982). Butha et al. (2004) referiram-se ao “noise” ou ruído como sendo a qualidade acústica da voz disfônica percebida. O parâmetro HNR está associado a irregularidades no padrão de vibração das pregas vocais e a redução da pressão subglótica (Da Cunha et al., 2011). Por outro lado, o parâmetro HNR é menor em indivíduos do sexo masculino o que é particularmente interessante pois os homens apresentam maior tendência para desenvolver obesidade do tipo androide (Raskin et al., 2000), com potencial impacto na dinâmica e eficiência respiratória. Este resultado parece ir ao encontro do exposto nos poucos estudos na área (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2011).

A acumulação de gordura no abdômen e no tórax tem repercussões negativas na capacidade vital e na coordenação pneumofonoarticulatória (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009; Solomon et al., 2011). Consequentemente, poderá verificar-se diminuição da energia expiratória e diminuição da pressão subglótica capaz de vencer a resistência das pregas vocais. Estes fatores afetam a eficiência dos ciclos vibratórios e poderão estar na origem do aumento da proporção de ruído, comparativamente à periodicidade do sinal acústico produzido (aumento do valor de HNR). Uma esquematização que pretende explicar resumidamente a influência mencionada, encontra-se na Figura 15.

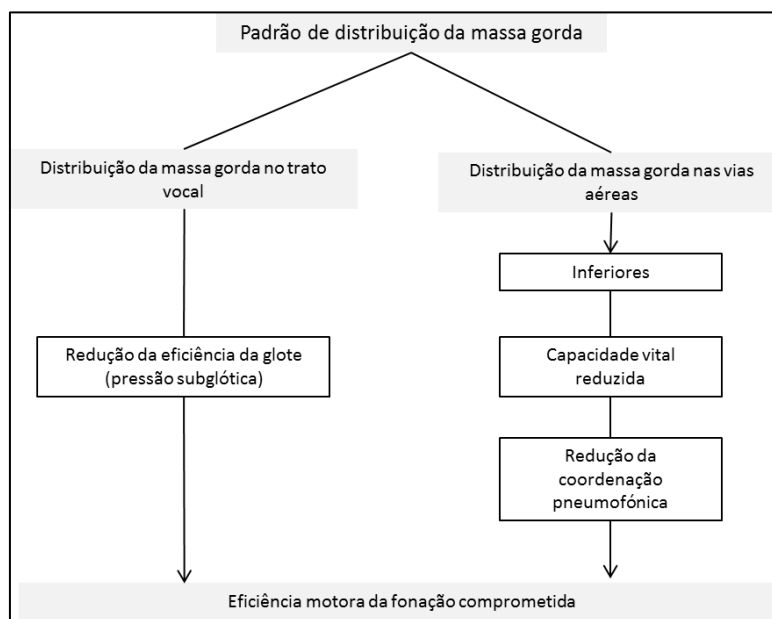


Figura 15. Diagrama esquemático representativo da influência da distribuição de MG na eficiência motora da fonação.

Além disso, chegou-se à conclusão que o excesso de peso e a obesidade estão associados a um aumento da incidência de várias patologias, sobretudo o refluxo gastroesofágico (Da Cunha et al., 2009; Di Francesco et al., 2004; Koufmann, 1995; Pribuisiene et al., 2006; Sataloff et al., 1997). O refluxo poderá irritar e provocar edema na mucosa das pregas vocais, sendo outro potencial fator explicativo para a associação encontrada entre o IMC e o parâmetro HNR. Atendendo a que o IMC se relaciona com a proporção de MG e de MLG, os resultados permitiram concluir o seguinte: (a) indivíduos obesos ou com excesso de peso poderão apresentar tendencialmente uma voz disfônica; e (b) atletas poderão apresentar uma voz mais disfônica devido ao desenvolvimento da MLG. Estas duas possíveis conclusões chamam a atenção para o cuidado que se deve ter na classificação morfológica de um indivíduo com base apenas no seu IMC, tal como referido no Capítulo 3. Ao se classificar um indivíduo como obeso

deve-se atender a fatores como, por exemplo, a idade, o sexo, a etnia e a sua estrutura corporal (Gallagher et al., 2000). Assim, é fundamental se analisar outras variáveis de composição corporal para se amadurecer esta conclusão.

Os nossos resultados mostraram, ainda, que a MLG teve um efeito significativamente negativo na intensidade do sinal acústico, para a vogal [u]. Considerando que o valor absoluto de MLG pode ser semelhante num atleta ou num indivíduo obeso, acredita-se que a pressão subglótica encontra-se diminuída com o aumento da MLG. Um aumento da MG é acompanhado por um aumento da MLG em indivíduos com excesso de peso e em obesos, para permitir a sustentação do peso corporal. Mais uma vez, pressupõe-se que a capacidade vital e o padrão expiratório podem estar afetados nos obesos, refletindo-se na pressão subglótica e na intensidade vocal. Assim, a ação das forças aerodinâmicas e mioelásticas no mecanismo glótico dependerá, indiretamente, da composição corporal.

Apesar da descrição encontrada na literatura de que a gordura acumulada no trato vocal (Bortolotti & Silva, 2005; Da Cunha et al., 2009, 2011; Moura, 1996; Solomon et al., 2011) e na laringe (Da Cunha et al., 2009, 2011; Solomon et al., 2011), sobretudo nos obesos, afeta a qualidade vocal, não se observou essa influência nos nossos resultados, para além da relação com HNR. Os parâmetros de perturbação, tais como o *jitter* e o *shimmer*, não revelaram depender do somatótipo e da composição corporal do indivíduo.

No Capítulo 3, também se fez referência à interação entre o sexo e a MLG no caso da F0 e do DP F0, na vogal [u]. Os homens têm tendencialmente obesidade do tipo androide, com acumulação central de gordura, contrariamente às mulheres que têm tendência para a acumulação de gordura na região glútea e femoral, ou seja, têm tendência a desenvolver obesidade do tipo ginoide. Além disso, há maior prevalência de disфонia no sexo feminino (Andrews, 2006; Herrington-Hall et al., 1988; Simberg, et al., 2009). A maturação vocal, bem como a distribuição de gordura no corpo estão dependentes do perfil hormonal, no que diz respeito aos níveis de estrogénios, progesterona e androgénios. Estes factos aliados à interpretação dos resultados por nós alcançados reforçam a ideia de uma relação consequente entre distribuição de gordura, eficiência respiratória e voz. Também Hauser et al. (1993) e de Evans et al. (2006), sugerem que a voz mais grave está relacionada com pregas vocais mais largas e pesadas e uma configuração corporal maior, especialmente da musculatura superior do corpo. Curiosamente não foi relatado associação com o sexo masculino.

Verificou-se, ainda, que não foram encontrados efeitos do somatótipo nos parâmetros acústicos de qualidade vocal. Todavia, a análise dos componentes de somatótipo fornece informação adicional quanto ao nível de maturidade, proporcionalidade, corpulência e adiposidade dos sujeitos avaliados (Caninas, 2002). Atendendo aos efeitos de características

morfológicas, altamente relacionadas com as componentes principais do somatótipo (enumerados anteriormente), podem ser levantadas novas hipóteses. Se é verdade que indivíduos predominantemente mesomorfos apresentam mais MLG também é legítimo que apresentem valores de intensidade do sinal acústico mais baixos, tendo em consideração a relação encontrada entre a MLG e a intensidade vocal para a vogal [u]. Indivíduos predominantemente endomorfos também podem apresentar valores de intensidade do sinal acústico mais reduzidos. Por outro lado, atendendo à relação entre o IMC e o parâmetro HNR, pressupõe-se que falantes predominantemente endomorfos poderão produzir uma voz com pior qualidade. É legítimo pensar, ainda, que indivíduos mais magros (com menor IMC e componente de ectomorfismo mais elevada) possam ter uma voz com melhor qualidade e com maior intensidade vocal.

Os dados obtidos mostram, ainda, que os parâmetros acústicos estão relacionados também com outros aspetos da morfologia do trato vocal, nomeadamente configurações articulatórias particulares, em detrimento apenas da composição corporal. Considerando que as vogais são produzidas com um trato vocal sem contrições (Baer, Gore, Gracco & Nye, 1991), os parâmetros acústicos são determinados sobretudo pelo comprimento e a configuração de todo o trato vocal (Baer et al., 1991; Moore, 1992; Maurer, Hess & Gross, 1996). Apesar destas reflexões, seria essencial a sua comparação com outros estudos, porém, os estudos consultados analisaram os parâmetros acústicos apenas com base na produção sustentada da vogal [a] (Acurio et al., 2014; Barsties et al., 2013; Hamdan et al., 2012, 2013, 2014). Tal facto considera-se insuficiente, pois essas variáveis são dependentes do comportamento vocal realizado (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007; Ladefoged & Johnson, 2011), devendo-se fazer uma análise com maior variabilidade de produções vocais.

Ainda acerca do estudo do somatótipo, da composição corporal e da qualidade vocal, exploraram-se seguidamente diferenças entre dois grupos de falantes com características de produção de fala distintas: o grupo dos falantes normais e o grupo de falantes com disfonia (Capítulo 4). Tal como o Capítulo 3, também o Capítulo 4, mostrou a partir das avaliações do somatótipo uma tendência secular para o aumento de peso (Vieira & Fragoso, 2006), sendo a amostra estudada basicamente endomorfa (tipologia meso-endomorfa para as mulheres e tipologia mesomorfa-endomorfa e endomorfa-mesomorfa para os homens do grupo dos falantes normais e do grupo dos disfónicos, respetivamente). Os valores médios do SAD e do SDD indicaram diferenças marginalmente significativas entre os indivíduos normais e os disfónicos, embora os resultados da MANOVA indicassem a não existência de diferenças entre os grupos. Não havendo representatividade de somatótipos na amostra estudada, estes resultados parecem refletir esta limitação. A tendência secular não é um fenómeno universal, mas sim característica

de uma determinada amostra e de um período temporal estudado (Caninas, 2002). Sabe-se que o aumento do IMC nas idades e segmento da população estudados representa um aumento na %MG (Sterkowicz-Przybycień, 2010). Considerando as diferenças marginalmente significativas para as médias de SAD e de SDD obtidas, o risco que pessoas com excesso de peso apresentam em vir a desenvolver disfonia (Andrews, 2006; Herrington-Hall et al., 1988; Simberg et al., 2009) também poderia ter sido constatado neste estudo, caso a amostra não fosse predominante endomorfa. Estes dados parecem ser bastante interessantes já que, até ao momento, nunca se tinham comparado características de composição corporal entre falantes portugueses normais e disfónicos. Entende-se como fundamental voltar a estudar as mesmas variáveis numa amostra de dimensão superior.

No Capítulo 4, não foram encontradas diferenças entre falantes normais e disfónicos para as variáveis DC, %MG, MG, MLG e IMC, resultados idênticos aos resultados de González (2004), e Hamdan et al. (2012, 2013), embora os autores não tenham estudado especificamente a disfonia. Os nossos resultados podem ser explicados pelo facto de a amostra ser reduzida (atendendo às variáveis de composição corporal estudadas) e não apresentar uma diversidade morfológica normal e representativa das idades estudadas, no que se refere ao somatótipo e a outras variáveis de composição corporal.

No global, os dados permitem concluir que a composição corporal fornece informações concretas e fundamentais de natureza extralinguística no entendimento da produção do PE. Os dados também sustentam a necessidade de se continuar a desenvolver estudos sobre a produção de fala com base nas características de composição corporal e do somatótipo dos falantes.

7.2. Qualidade vocal *versus* postura corporal

A análise da postura corporal é essencial à descrição da morfologia de um determinado indivíduo. Permite a reflexão acerca dos efeitos de uma possível distorção postural nos tecidos do corpo bem como das causas (padrões de atividade e hábitos do indivíduo) associadas à alteração postural. Por sua vez, a identificação de fatores etiológicos de perturbação postural permite evitar agravamentos ou recidivas no quadro clínico (Mosculino, 2008). “Uma postura equilibrada, cadeias musculares harmoniosas e articulações sem stresse, serão o passaporte para a mobilidade normal e a integridade anátomo-fisiológica” (Bricot, 1999, p. 34).

A coluna vertebral é um eixo central no corpo humano que suporta a força peso. Engloba um conjunto articulado de vértebras, as quais apresentam entre si fibrocartilagem com a função de amortecimento das várias forças que agredem a coluna (Mosculino, 2008).

Nos Capítulos 5 e 6 analisaram-se as características anatómicas intrínsecas de um falante e não a sua postura voluntariamente mutável. Além do conhecimento existente de que a

postura do corpo tem um efeito sobre a produção vocal e de fala, alguns autores sugeriram que os parâmetros acústicos de produção vocal são modificados quando a postura corporal é alterada (Arboleda & Frederick, 2008; Cannito et al., 1997; Dromey et al., 2008; Stepp et al., 2010; Van Houtte et al., 2011). A experiência clínica na reabilitação das perturbações vocais permitiu observar que muitos dos indivíduos disfônicos se queixam de dores musculares cervicais e lombares. No entanto, os efeitos das alterações posturais na qualidade vocal ou dos fatores que influenciam mutuamente o alinhamento da coluna e a saúde vocal são pouco conhecidos (Arboleda & Frederick, 2008; Cannito et al., 1997; Dromey et al., 2008; Stepp et al., 2010; Van Houtte et al., 2011). Tais factos motivaram o desenvolvimento de dois estudos com o intuito de: (a) verificar efeitos da postura sagital da coluna vertebral nos parâmetros acústicos de qualidade vocal; e (b) determinar diferenças no alinhamento da coluna vertebral, no plano sagital, em falantes normais e falantes disfônicos.

Através de um estudo exploratório mencionado no Capítulo 5, verificou-se que a variável sexo mostrou efeito significativo na F0, no DP F0 e em F4. Por seu turno, a idade também apresentou relação significativa com o parâmetro F4. Neste sentido, considerou-se que os efeitos do sexo e da idade deveriam ser retirados para podermos realmente perceber o efeito das variáveis posturais nos parâmetros acústicos, atendendo à dimensão da amostra. Após reduzidos os efeitos da idade e sexo, foi possível perceber que alguns parâmetros acústicos se correlacionavam significativamente com a postura da coluna, no seu plano sagital.

O CT apresentou um efeito negativo nos parâmetros F1 e F3, da vogal [u]. Sendo os formantes essencialmente produtos da configuração do trato vocal durante a produção de fala (ao nível do comprimento e da forma do trato vocal), estes resultados refletem influências da postura da coluna, atendendo ao seu plano sagital. No caso de F1, concluiu-se que essa influência parece incidir sobretudo na postura da mandíbula (Cuccia & Caradonna, 2009; Lippold et al., 2006; Solow & Sandham, 2002). Uma condição postural caracterizada por aumento da inclinação do plano mandibular, postura crânio-cervical alongada e lordose cervical aumentada poderá estar relacionada com a relação verificada. Quanto a F3, este parâmetro parece estar associado a uma alteração da zona de ressonância anterior da cavidade oral, embora o local preciso ainda não seja consensual na literatura (Gusmão et al., 2010; Ladefoged & Johnson, 2011; Sundberg, 1987). Considera-se que as dimensões da área de ressonância anterior da cavidade oral podem ser diferentes, em consequência de uma extensão da cabeça e/ou de um crescimento vertical da face, o que altera o funcionamento do trato vocal ao nível dos ressoadores e dos articuladores.

Clarificando estes resultados e as questões de investigação inicialmente formuladas na introdução deste trabalho, os resultados do Capítulo 6 confirmaram o pressuposto de que a

postura da coluna vertebral, no plano sagital, é significativamente diferente em indivíduos disfônicos comparativamente a indivíduos normais (Arboleda & Frederick, 2008; Bruno et al., 2009; Franco et al., 2014; Giovanni et al., 2008; Harris & Lieberman, 1993; Kooijman et al., 2005; Morrison & Rammage, 1993; Morrison et al., 2001). Concretamente, foi apresentada uma diferença significativa entre o grupo de falantes normais e de disfônicos, tanto no CT, como no IC. Uma postura desviante obriga à adaptação da postura e da configuração dos órgãos fonoarticulatórios. A presença de cifose torácica promove o arredondamento anterior dos ombros, a diminuição da dimensão torácica, bem como a hipotonia da musculatura abdominal, alterando o equilíbrio postural. Assim, verifica-se que o centro de gravidade corporal é tendencialmente mais anterior, afetando o controlo do centro de massa corporal. Neste caso, o controlo da postura da cabeça é determinado por dois mecanismos – o sistema visual e o sistema propriocetivo, para que o centro de massa se situe ao nível do centro de gravidade (Moradi et al., 2014; Solow & Sandham, 2002; Solow & Tallgren, 1971). Assim, a cabeça assume uma posição mais anterior mas o olhar é tendencialmente descendente. Consequentemente, é desenvolvida a extensão da cabeça para reposicionar o olhar num plano horizontal, através do aumento da lordose cervical. Essa lordose cervical é acompanhada pelo desenvolvimento de fraqueza da musculatura laríngea e dos músculos retratores do pescoço e pelo encurtamento do grupo suboccipital (Arboleda & Frederick, 2006; Rubin et al., 2007). Para além das consequências na laringe e no restante trato vocal, a condição postural descrita tem impacto também no controlo respiratório. Ao se verificar hipotonia na musculatura responsável pela respiração, o indivíduo apresenta maior tendência à fadiga vocal e à dificuldade na projeção da voz (Arboleda & Frederick, 2006). Assim, conseguisse compreender os resultados por nós alcançados. O mecanismo biomecânico associado à alteração postural adaptativa, descrito nos Capítulos 5 e 6, está esquematizado na Figura 16.

Pelo contrário, não se verificaram diferenças no CL entre os falantes normais e os disfônicos. Este dado é curioso porque se poderia esperar um efeito de CL na qualidade vocal na medida em que o alinhamento natural da coluna envolve duas curvaturas lordóticas e uma curvatura cifótica que medeia as anteriores. Segundo Mosculino (2008), mesmo que haja ajustamentos nessas curvaturas naturais da coluna, no plano sagital, os ajustamentos no alinhamento da coluna fazem-se diretamente nos comprimentos de cada uma das curvaturas lordóticas e cifótica, os quais são tendencialmente proporcionais. Contrariamente a esta afirmação e considerando as variações da postura sagital da coluna vertebral atendendo à relação entre CT e CL descritas por Roussouly e Nnadi (2010), mencionadas no Capítulo 1, provavelmente falantes disfônicos têm tendência a desenvolver as posturas I, II ou IV. Espera-se, no futuro, voltar a explorar estes domínios, com o intuito de dar resposta a esta questão.

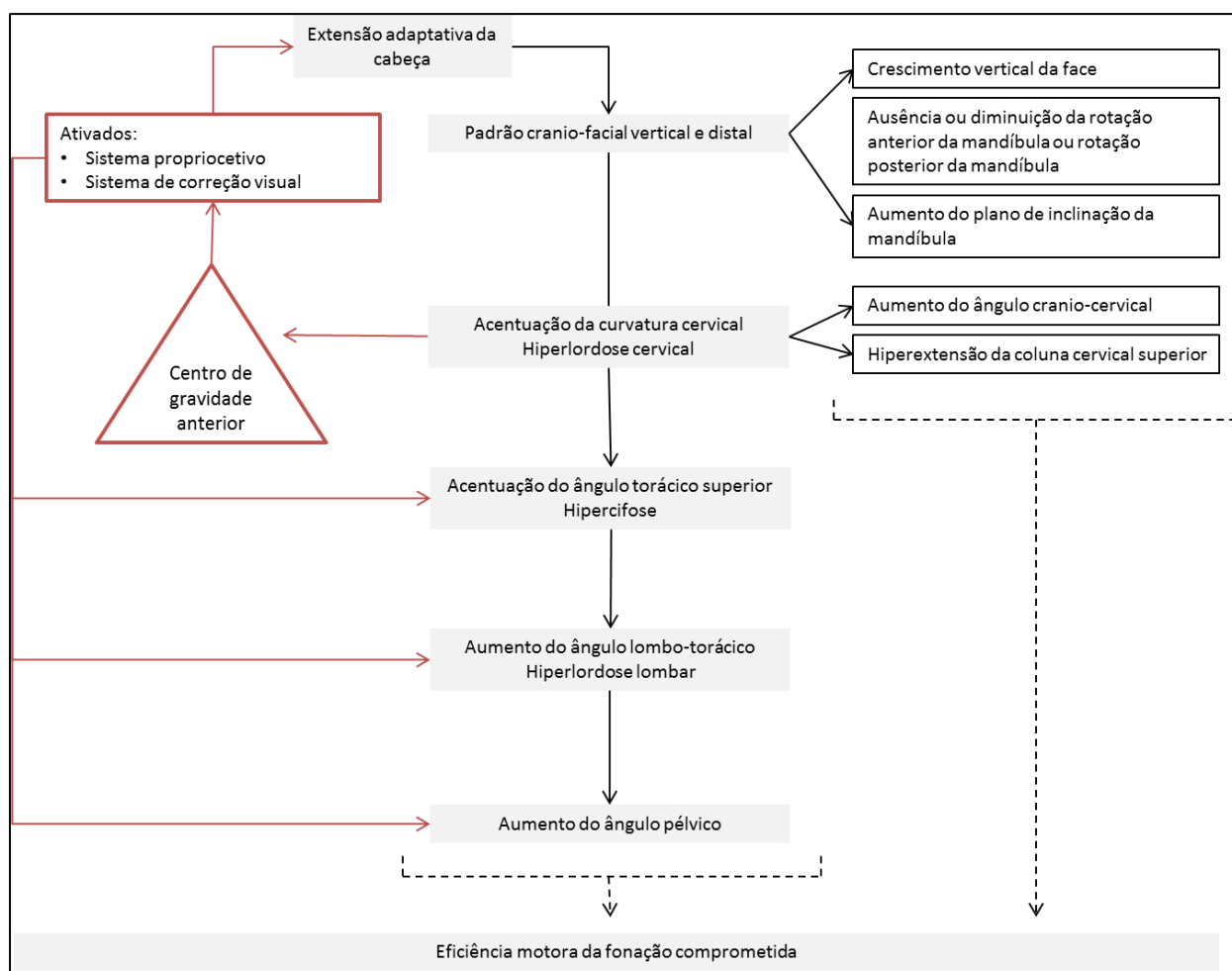


Figura 16. Diagrama representativo do mecanismo biomecânico associado a adaptações posturais que afetam a produção vocal.

A condição descrita, envolvendo a postura mandíbula-crânio-coluna, está diretamente relacionada com patologia vocal de natureza funcional, alterando a postura e a dinâmica laríngicas e o funcionamento do todo o trato vocal, no que diz respeito aos ressoadores e articuladores. Concretamente, quando a postura da mandíbula desce (mais acentuado num padrão de crescimento craniofacial vertical), o CT decresce e o CL aumenta, estando esta condição associada a um aumento do valor de F1, na vogal [u]. No que diz respeito a F3, o desequilíbrio postural envolve um padrão de tensão no pescoço, na laringe, na faringe e no restante trato vocal, que tenta compensar o centro de gravidade anterior do corpo (descrito anteriormente). Esta condição restringe a cavidade faríngea e tem impacto na ressonância vocal (Arboleda & Frederick, 2008). Consequentemente, as dimensões da área de ressonância anterior do trato vocal também podem sofrer influência da extensão da cabeça e do padrão de crescimento vertical da face, alterando a postura articulatória associada à fala.

Os resultados do Capítulo 5 também deram conta de que o comportamento das várias vogais analisadas não é semelhante, encontrando-se relações entre as características morfológicas estudadas e os parâmetros acústicos apenas no segmento [u]. Sendo uma vogal alta, posterior e arredondada, a constrição provocada pela elevação e recuo do corpo da língua, fornece pistas quanto a ajustes próprios do falante, estando estes associados à postura da coluna vertebral e à qualidade de produção da vogal [u]. O arredondamento dos lábios poderá fornecer uma maior compreensão de F3, já que se obteve uma relação significativa relativa a este parâmetro precisamente na vogal [u]. Considerando a posição anatômica dos articuladores (mandíbula, língua e lábios), a produção da vogal [u] envolve maior constrição à passagem de ar, comparativamente às outras vogais estudadas – [a] e [i] – evidenciando mais claramente alterações ao grau de constrição consequentes de alterações posturais da coluna, indicando, assim, o papel da morfologia do falante na produção oral.

As variáveis CT e CL revelaram ser determinadas pela variável sexo, constatando-se que o CT é mais elevado nos homens do que nas mulheres e que o CL é mais elevado nas mulheres em comparação com os homens. O IC não parece estar associado à variável sexo.

Os resultados alcançados contribuem para um entendimento mais preciso sobre a associação entre a qualidade vocal e a postura e, também, para a compreensão de eventuais fatores etiológicos de disfonia. Conclui-se, assim, que a análise da postura num contexto clínico e terapêutico, ao nível do tratamento de disfonias, podem contribuir para o desenvolvimento e aplicação de estratégias de intervenção.

7.3. Interações entre as três áreas de investigação

Analisando o complexo indivisível que são o sistema e as funções estomatognáticas, facilmente se percebe a necessidade de uma avaliação exaustiva do indivíduo, quando se pretende caracterizar a qualidade vocal. Este estudo permitiu concluir que as características morfológicas do indivíduo, ao nível da composição corporal e da postura da coluna vertebral, são características extralinguísticas (Laver & Trudgill, 1979; Laver, 1980) que influenciam a produção de fala.

Apesar dos indivíduos serem constituídos por elementos anatómicos idênticos, estes não apresentam características fisiológicas iguais e, por isso, podem não ter uma postura morfologicamente semelhante. Contudo e independentemente da sua morfologia corporal, é possível definir um princípio geral de equilíbrio postural considerado como normal e desejável, o qual consiste numa atitude na qual cada segmento ocupa uma posição próxima da sua posição de equilíbrio mecânico, considerado como uma atitude “normal” (Lapierre, 1982). Uma morfologia adequada ou alterada depende da função estática e relaciona-se com o tónus no que

diz respeito à sua profundidade e intensidade (Souchart, 1998). Segundo Souchart (1998), quando uma tensão vitoriosa provoca o deslocamento de uma peça óssea, verifica-se um efeito de propagação, de maneira a não haver risco para a posição ereta. Toda e qualquer agressão ao corpo humano envolve mecanismos de defesa que se fixam com o tempo, originando fraqueza e alongamento adaptativo muscular, dores, compensações e instabilidade, limitações de movimentos e alterações de mobilidade, bem como diminuição da capacidade vital (Jacques, 2002).

Segundo Fonseca (1998), a expressão humana não se explica pela anatomia mas fundamentalmente pela relação entre estruturas, devendo caracterizar-se pelo funcionamento perfeito de estruturas funcionais disponíveis. Ao longo deste trabalho, constatou-se que as características anatômico-fisiológicas do indivíduo, associadas a (a) diferenças anatômicas entre falantes e a (b) configurações do trato vocal durante a fala, influenciam os parâmetros de qualidade vocal e de qualidade das vogais produzidas.

Os resultados alcançados permitem pressupor que falantes com um elevado IMC, associado a maior proporção de MLG, apresentarão pior qualidade vocal, que por sua vez está associada à redução dos valores de intensidade do sinal acústico e de HNR. Conforme referido atrás, esta situação pode ser partilhada por um atleta ou por um obeso já que, no caso da pessoa obesa, existe um desenvolvimento da massa muscular para o suporte do peso e das funções fisiológicas dos órgãos vitais. Atendendo a que na nossa amostra só foram identificados quatro atletas mas inclui vários indivíduos com excesso de peso e obesidade, as conclusões remetem para que as associações encontradas se refiram a indivíduos com excesso de peso e à obesidade.

Cada tipo morfológico reage diferencialmente às agressões do meio (Gimenez, 2006), o que influencia o desenvolvimento de diferentes adaptações posturais. Sendo o tipo morfológico uma forma prática de classificação morfológica de indivíduos, reflexões quanto às componentes do somatótipo permitem explorar e relacionar os resultados alcançados. Além disso, a compreensão da sua relação com a qualidade vocal e com a patologia vocal pode fornecer várias explicações que ajudem na interpretação de diferentes características de produção de fala e dos fatores que a afetam.

Atendendo ao tipo morfológico, pressupõe-se que indivíduos com elevada proporção de MLG apresentarão maior componente de mesomorfismo com consequências na postura corporal. Segundo Vieira e Fragoso (2006), estes indivíduos são: robustos fisicamente, não apresentam concentrações de massa na região central, têm a região da face mais larga que a do crânio, com mandíbulas quadrangulares, o pescoço tem dimensões transversas superiores às sagitais devido ao desenvolvimento do trapézio, o tronco é comprido com a região torácica predominante comparativamente à abdominal e a coluna manifesta uma cifose localizada e uma

lordose prolongada. Segundo Bale (1980), existe uma relação moderada entre mesomorfismo, peso de massa magra e índices de força, e entre mesomorfismo e índice de força geral. Quanto mais elevados os valores de massa muscular, expressos como mesomorfismo ou como peso de massa magra, mais elevados serão os valores dos índices de força dinâmica (Bale, 1980). Assim, um indivíduo robusto ou predominantemente mesomorfo é, na generalidade, mais forte pelo que suportará melhor as agressões físicas do meio (Gimenez, 2006). O autor refere, ainda, que indivíduos com valores superiores de mesomorfismo e endomorfismo são mais fortes, apresentam valores significativamente superiores de maturação, de corpulência e de aptidão motora.

Através desta descrição e atendendo às variações da postura da coluna vertebral, no plano sagital, com base na classificação de Roussouly (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010) pode-se concluir, assim, que um indivíduo predominantemente mesomorfo deverá manifestar sobretudo as posturas do tipo III ou IV (especificadas no Capítulo 1). A postura do tipo III é aquela que representa maior equilíbrio entre as diferentes curvaturas da coluna. Será também aquela possivelmente apresentada por um indivíduo predominantemente mesomorfo. Contudo, se a componente de mesomorfismo estiver também associada a um aumento na componente de endomorfismo, poderá verificar-se a postura do tipo IV que envolve menor equilíbrio de forças corporais. Pode concluir-se, assim, que um indivíduo predominantemente mesomorfo, caracterizado por grande proporção de MLG e uma postura da coluna do tipo III ou IV (ou seja, com um padrão natural de curvaturas da coluna ou a sua acentuação), produz uma qualidade vocal com menor intensidade. Além disso, se apresentar hipercifose torácica poderá produzir segmentos fonéticos posteriores, com valores relativos a F1 e F3 mais elevados.

Indivíduos com elevado IMC, MG e MLG podem ser classificados como predominantemente endomorfos. Estes indivíduos apresentam, segundo a descrição de Vieira e Fragoso (2006): grande concentração de massa na zona central (grande volume de órgãos digestivos e elevada quantidade de tecido adiposo), evidente flacidez muscular, face larga com grandes bochechas, pescoço pequeno com queixo duplo, tórax curto, abdómen predominante (volumoso e revestido por tecido adiposo) comparativamente ao tórax, a coluna vertebral com aspeto retilíneo, embora seja visível lordose lombar mais ou menos acentuada. Araújo et al. (2014) afirmam que há uma tendência natural para que a adiposidade esteja relacionada com uma coluna vertebral hipercurvada. À medida que o peso aumenta, a pelve pode assumir uma posição adaptativa, com uma maior inclinação posterior. Com base na classificação de Roussouly (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010), conclui-se que estes indivíduos apresentarão uma postura da coluna vertebral, no plano sagital, do tipo I, II ou IV (Araújo et al., 2014). De uma forma geral, a adiposidade está associada a uma postura corporal não-neutra

(Araújo et al., 2014). Atendendo ao facto de que o IMC ignora a localização da gordura, ou seja, se a MG se localiza mais a nível do tronco (obesidade androide) ou nas extremidades (obesidade ginoide) (Fragoso & Vieira, 2014), as consequências na postura da coluna vertebral também podem ser variadas. A exploração destes aspetos seria interessante numa futura análise que complementasse os resultados alcançados.

Conclui-se que indivíduos predominantemente endomorfos, caracterizados por elevados valores de IMC, e progressiva acentuação das curvaturas cervical e lombar (relativamente à proporção de adiposidade verificada) apresentam diminuição do parâmetro acústico HNR na fonação sustentada. Poderão apresentar, ainda, segmentos vocálicos posteriores caracterizados por aumento dos valores de F1 e F2, à medida que o CT diminui. Estes parâmetros acústicos parecem ser o correlato das alterações fisiológicas nas vias aéreas inferiores, da constrição das vias aéreas e das alterações do tónus dos músculos supra e infraioideus, os quais estão associados a adaptações posturais e ao ajustamento da dinâmica glótica aquando a fonação (conforme resumido na Figura 17).

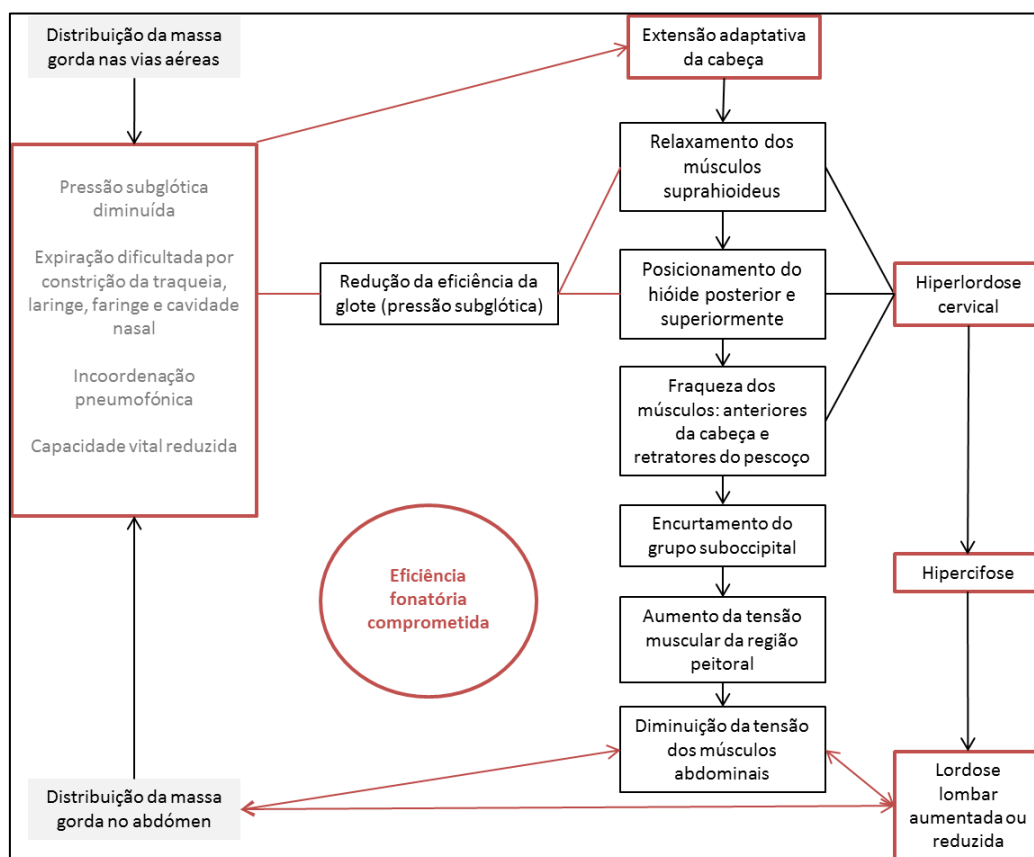


Figura 17. Diagrama ilustrativo da relação existente entre a morfologia corporal e a eficiência fonatória resultante.

No que diz respeito ao indivíduo com características de ectomorfismo acentuadas, Vieira e Fragoso (2006) salientam o seguinte: possuem uma superfície corporal relativamente grande em comparação com a sua massa total, sendo o desenvolvimento muscular mínimo (hipotonia muscular), a região da face é mais estreita do que a do crânio, o pescoço encontra-se projetado para a frente e é longo, por falta de suporte muscular os ombros estão enrolados para a frente, o tórax é estreito e predomina comparativamente ao abdômen, verifica-se cifose torácica prolongada e lordose lombar localizada (a coluna vertebral tem o formato de “S”). A componente de ectomorfismo relaciona-se grandemente com o IMC. Esta descrição detalhada fornece algumas pistas para a caracterização da postura da coluna vertebral.

Mediante a classificação de Roussouly (Roussouly et al., 2005; Roussouly & Nnadi, 2010), a descrição permite concluir que, neste caso, um indivíduo predominantemente ectomorfo deverá manifestar as posturas do tipo I ou III. Atendendo a este pressuposto, conclui-se que um indivíduo com esta caracterização morfológica apresenta uma qualidade vocal caracterizada por aumento da intensidade do sinal acústico, consequente da maior pressão subglótica da eficiente adução glótica. Possui ainda um valor mais elevado do parâmetro HNR, ou seja, não existe tanto ruído glótico ou soprosidade associada à voz, consequente de uma eficiente dinâmica glótica. Estes dados são fornecidos pela análise acústica da vogal [u].

As relações enumeradas podem ser explicadas pelo facto de que a atividade física, com consequente desenvolvimento da massa muscular, previne a deterioração da força, do equilíbrio e da densidade mineral óssea (Kuh et al., 2005; Langsetmo et al., 2012; Rantanen et al., 1997). O sedentarismo pode provocar perda de força nos músculos extensores posteriores, originando um aumento da cifose torácica ou, por outro lado, uma redução da lordose lombar e da inclinação sacral (Sinaki et al., 1996). Atendendo a esta caracterização e de acordo com Gimenez (2006), um indivíduo predominantemente ectomorfo poderá experienciar significativamente mais dor relativamente às agressões de pressão na coluna vertebral, comparativamente a um indivíduo de características predominantemente mesomórficas ou endomórficas. Contudo, quanto maior a %MG, maior o risco de prevalência de dor na coluna vertebral uma vez que, a partir da adolescência, a componente de endomorfismo não está relacionada com o aumento da força. Além disso, a robustez indicada por parâmetros de maiores dimensões sagitais e de transversalidade do tronco, está relacionada com menor risco de prevalência de dor (Gimenez, 2006).

Apesar da existência de alguma bibliografia que relaciona a composição corporal, o somatótipo e os desvios posturais da coluna vertebral (Araújo et al., 2014; Souza, 2002; Vieira & Fragoso, 2006), nos dias de hoje ainda existe uma grande lacuna nesse conhecimento. Infelizmente, não foram encontrados mais estudos que correlacionassem a constituição corporal

do indivíduo e a postura da coluna vertebral. A análise de todos os dados e as várias reflexões apresentadas permitiram a elaboração de um diagrama final, esquemático, que aglutina a relação entre as três áreas estudadas (Figura 17).

Os resultados dos Capítulos 3 e 5 também mostraram que o comportamento das várias vogais analisadas não é semelhante, encontrando-se relações entre as características morfológicas estudadas e os parâmetros acústicos apenas nas vogais [a] e [u]. A vogal [a] é caracterizada como sendo baixa e central, ou seja, verifica-se a descida do corpo da língua e da mandíbula para a sua realização. A estreita e importante relação entre a postura da mandíbula e a morfologia do trato vocal foi descrita anteriormente. Sabe-se também que a vogal [a] tem tendência a ser mais grave (Escudero et al., 2009). As vogais e as vozes mais graves, devido às características de comprimento natural da prega vocal, do alongamento, massa e tensão em vibração, podem ser percecionadas como sendo mais ‘patológicas’, ou seja, essa característica é reconhecida acusticamente através de parâmetros de frequência, de perturbação e de ruído (Behlau et al., 2001; Guimarães, 2007). Esta poderá ser a razão para a associação encontrada entre a vogal [a] e o parâmetro HNR.

Por sua vez, a vogal [u] é caracterizada por ser alta e posterior (Guimarães, 2007). Por outras palavras, há subida do corpo da língua (e da mandíbula) e o seu recuo durante a sua realização. Segundo os resultados alcançados, estes aspetos são potenciados pela acumulação de MG e pelo desenvolvimento da MLG, com repercussões na produção da intensidade vocal. Conclui-se que essas duas constrições (subida do corpo da língua e o seu recuo) ao fluxo de ar advindo da laringe, refletem ajustes próprios de cada falante na produção do [u], estando associado à postura da coluna vertebral e à qualidade de produção da vogal [u]. O facto de estas associações serem verificadas precisamente na vogal [u] terá essa explicação. É um segmento produzido com maior constrição à passagem de ar e, nesse sentido, revela claramente o papel da morfologia do falante na produção linguística oral. Todavia, sendo este estudo exploratório, já que a literatura ainda não explora estes factos, julga-se que os resultados alcançados apenas para estas vogais são um “pontapé de saída” importante para futuras investigações.

7.4. Contribuições e estudos futuros

Os resultados observados nesta investigação permitem concluir que alguns dos métodos atualmente existentes de avaliação da composição corporal e da postura da coluna no seu plano sagital, no difícil domínio das alterações da massa e estrutura/forma, fornecem um considerável auxílio na caracterização da produção linguística oral. Estes métodos são úteis para o estudo da

qualidade vocal e da fala nas mais diversas vertentes, sendo importantes para investigadores, foneticistas, médicos, terapeutas da fala, cantores, professores e outros interessados.

Na prática clínica, a avaliação da composição corporal através de um recurso simples como é, por exemplo, o cálculo do IMC, poderá revelar indicadores necessários à interpretação de sintomas e sinais no estudo da qualidade vocal, mais precisamente, na investigação da patologia vocal. Por sua vez, a postura, nomeadamente da coluna vertebral, deve ser avaliada a fim de se prevenir e despistar alterações que poderão influenciar a qualidade vocal. Embora também neste aspeto da morfologia corporal, os recursos humanos e físicos possam não estar ao alcance do profissional e possa não existir conhecimento necessário à realização de julgamentos quanto ao alinhamento corporal, um exame visual deve ser incluído na rotina clínica. Apesar da validade e precisão da avaliação visual ser pobre, poderá no entanto fornecer pistas quanto à presença de acentuação das curvaturas da coluna vertebral, no plano sagital (hiperlordose ou hipercifose) ou quanto à sua retificação (Fedorak et al., 2003). Na área da patologia vocal, acredita-se que considerações sobre a composição corporal e a postura dos falantes nos protocolos de avaliação vocal, permitiriam ao profissional identificar fatores de risco ou fatores perpetuantes de patologia vocal. Permitiriam, também, encaminhar o indivíduo para exames de diagnóstico precisos. Informações quanto à composição corporal e postura do indivíduo também permitirão um planeamento mais ajustado e assertivo do tratamento, podendo-se reduzir ou evitar recidivas. Considera-se, assim, que uma intervenção do domínio postural será importante na reabilitação de patologias vocais, sobretudo de natureza funcional.

Uma outra aplicação prática dos resultados alcançados é na área da Fonética Forense. Acredita-se que exista a possibilidade de, num futuro próximo, se realizar um julgamento preciso da composição corporal, sexo e idade do falante, com base nas relações entre os parâmetros acústicos e a morfologia corporal. A idade relaciona-se com a F0, no caso da vogal [a], com o DP F0, no caso das vogais [a], [i] e [u], bem como com o F4, para as vogais [i] e [u], existindo uma interação entre a idade e o sexo para a vogal [a]. Por sua vez, o sexo do falante poderá ser relatado pelas variáveis F0, DP F0, F1, F2, F3 e F4, com exceção do DP F0 para a vogal [a], e todos os formantes no caso da vogal [u]. O parâmetro HNR poderá indicar o IMC do falante, para a vogal [a] e, finalmente, a intensidade do sinal acústico fornece informações relativas à MLG para a vogal [u]. Tanto um como outro aspetos fornecem informações sobre a eficiência expiratória e a dinâmica glótica. Os resultados obtidos também revelaram que o CT fornece pistas quanto a F1 e F3, para a vogal [u]. Objetivamente, F1 fornece dados sobre a dimensão da cavidade oral através da inclinação do plano mandibular em relação à cabeça e à coluna. F3 é um parâmetro particular que parece mostrar características da postura da coluna do falante, para além de revelar simplesmente o arredondamento dos lábios e a posição do ápex da

língua durante a fala. Estes aspetos individuais e intrínsecos do falante influenciam a qualidade vocal e/ou a qualidade das vogais.

Os resultados também podem contribuir para a Fonética de uma determinada língua, especialmente do PE, no intuito de se caracterizar a variabilidade extralinguística de uma determinada comunidade ou grupo morfológico (por exemplo, indivíduos com excesso de peso). Além desta aplicação, considera-se que o desenvolvimento de conhecimento dentro de padrões extralinguísticos numa língua em particular permite a compreensão de padrões linguísticos menos comuns, mas proeminentes, e a compreensão da individualidade vocal, especialmente ao nível da constituição anatómica do falante e dos ajustes desenvolvidos na fala. A análise do trato vocal e da sua dinâmica, durante a produção de fala, deve ser feita considerando as características morfológicas do falante, para se alcançar uma compreensão integral dos fenómenos extralinguísticos associados à produção linguística oral.

Pese embora o considerável desenvolvimento científico para o qual esta Tese contribui, são necessários novos estudos que associem a estrutura ao respetivo domínio fisiológico. Ao longo deste trabalho foi-se encontrando relações entre as características morfológicas estudadas e os parâmetros acústicos apenas nas vogais [a] e [u]. Considera-se pertinente, em trabalhos futuros, a análise de outras vogais do PE, sobretudo de outras vogais baixas e centrais (para além de [a]) e de outras vogais posteriores (e não só a vogal [u]). Num triângulo em que só há três vogais, elas só são representativas dos limites da carta de formantes. Por exemplo, a vogal [a] é baixa e central, ou seja, verifica-se a descida do corpo da língua e da mandíbula para a sua realização. Esta descida do corpo da língua também se verifica nas vogais [ɛ] e [ɔ], mas que não são centrais e não fazem parte deste estudo. Ainda no sistema [i,a,u], todas as vogais posteriores e arredondadas são altas. No entanto, sabe-se que isso não é verdade. O [o] e o [ɔ] não são altas, no entanto são posteriores e arredondadas. Para trabalhos futuros sugere-se a recolha e avaliação de amostras de fala, e não só de vogais sustentadas. A fala encadeada permite a análise de aspetos segmentais e suprasegmentais envolvidos nos processos de comunicação, o que também poderia complementar os resultados alcançados.

Considerando o Capítulo 3, um estudo com uma amostra mais numerosa, demograficamente representativa da qualidade vocal e de características morfológicas da população (no que diz respeito à composição corporal e ao somatótipo), que permitisse a comparação dos parâmetros acústicos e das variáveis associadas à gordura corporal entre sexos, poderia explicar com mais precisão as consequências da distribuição da gordura (no tronco e na zona visceral) sobre a eficiência respiratória e, consequentemente, na intensidade da voz produzida. Além disso, considera-se também que uma amostra com dimensão superior poderia

esclarecer a existência de possíveis relações entre o somatótipo, a qualidade vocal e a qualidade das vogais.

Sugere-se, ainda, que o estudo da voz e da composição corporal deva controlar variáveis como o refluxo gastroesofágico, o refluxo laringofaríngeo, a síndrome de apneia obstrutiva do sono e a asma, patologias estas frequentemente associadas à obesidade (Akerman, Calacanis & Madsen, 2004; Di Francesco et al., 2004; Fujita, Moysés & Vuono, 2002; Simard et al., 2004).

Já no Capítulo 5 constatou-se que seria útil considerar variáveis relativas à postura da cabeça e do pescoço na análise do alinhamento da coluna, no seu plano sagital, para complementar os resultados apresentados. Seria importante, por exemplo, a análise da curvatura cervical lordótica.

Embora não se tenha estudado diretamente o esqueleto laríngeo nem a musculatura intrínseca e extrínseca da laringe, os resultados sustentaram a necessidade de estudos com este foco para se perceber a ação da composição corporal na laringe e na configuração do trato vocal. Os resultados refletiram a ambiguidade envolvida na determinação de inferências acerca da fisiologia vocal com base em parâmetros acústicos. Constatou-se que a associação entre os parâmetros acústicos e o IMC ou entre esses parâmetros e a MLG, referidos no Capítulo 3, não se verificam em todas as vogais analisadas (a relação com a vogal [a] aplica-se ao IMC e a relação com a vogal [u] diz respeito apenas à MLG). Também se verificou que as associações entre os parâmetros acústicos e a CT não se aplicam a todas as vogais analisadas (a regressão multivariada revelou que não havia correlações significativas para as vogais [a] e [i]) e não se aplicam a todas as variáveis posturais estudadas (nomeadamente ao CL e ao IC). Em estudos futuros, com uma dimensão de amostra mais elevada, seria interessante estudar variáveis de composição corporal, de postura e de dinâmica laríngea, relacionando-as com a qualidade vocal, a fim de se encontrar outras pistas mais conclusivas que relacionem a composição corporal e a postura durante a produção de fala.

7.5. Referências

- Andrews, M. (2006). *Manual of voice treatment - Pediatrics through geriatrics* (3rd ed.). New York, NJ: Delmar Edition.
- Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *The Spine Journal*, 14, 2373–2383.
- Arboleda, B. M., & Frederick, A. L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.

- Baer, T., Gore, J. C., Gracco, L. C., & Nye, P. W. (1991). Analysis of vocal tract shape and dimensions using magnetic resonance imaging: Vowels. *Journal of Acoustical Society of America*, 90, 799–828.
- Baken, R. J., & Orlikoff, R. F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Bale, P. (1980). The relationship of physique and body composition to strength in a group of physical education students. *British Journal of Sports Medicine*, 14, 193–198.
- Barsties, B., Verfaillie, R., Roy, N., & Maryn, Y. (2013). Do body mass index and fat volume influence vocal quality, phonatory range, and aerodynamics in females? *CODAS*, 25, 310–318.
- Behlau, M., Madazio, G., Feijó, D., & Pontes, P. (2001). Avaliação de voz. In M. Behlau (Ed.), *Voz: o livro do especialista* (Vol. I, pp. 85–245). Rio de Janeiro, Brasil: Revinter.
- Bortolotti, P., & Andrada e Silva, M. A. (2005). Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149–160.
- Branco, T. (2012). *Predictors and methological issues in tracking total body fat mass, trunk fat, mass and abdominal fat mass changes in a weight loss intervention with overweight and obese women* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Bricot, B. (1999). *Posturologia*. São Paulo, Brasil: Ícone.
- Brozek, J., Grande, F., Anderson, J. T., & Keys, A. (1963). Densitometry analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 110, 113–140.
- Bruno, E., Padova, A., Napolitano, B., Marroni, P., Batelli, R., Ottaviani, F., & Alessandrini, M. (2009). Voice disorders and posturography: variables to define the sucess of rehabilitative treatment. *Journal of Voice*, 23, 71–75.
- Caninas, M. P. (2002). *Tendência secular: morfologia e pretação motora numa prova de handgrip* (Master's thesis). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Cannito, M., Burch, A., Watts, C., Rappold, P., Hood, S., & Sherrard, K. (1997). Disfluency in spasmodic dysphonia: a multivariate analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 40, 627–641.
- Cuccia, A., & Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64, 61–66.
- Da Cunha, M. G., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2009). Morbid obesity and its relationship to voice alterations. *ABCD Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva*, 22, 76–81.
- Da Cunha, M. G., Passerotti, G. H., Weber, R., & Zilberstein, B. (2011). Voice feature characteristics in morbid obese population. *Obesity Surgery*, 21, 340–344.
- Di Francesco, V., Baggio, E., Mastromauro, M., Zoico, E., Stefenelli, N., Zamboni, M., Panourgia, M. P., Frulloni, L., Bovo, P., Bosello, O., & Cavallini, G. (2004). Obesity and gastro-esophageal acid

- reflux: physiopathological mechanisms and role of gastric bariatric surgery. *Obesity Surgery*, 14, 1095–1102.
- Dromey, C., Nissen, S. L., Roy, N., & Merrill, R. M. (2008). Articulatory changes following treatment of muscle tension dysphonia: preliminary acoustic evidence. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51, 196–208.
- Evans, S., Neave, N., & Wakelin, D. (2006). Relationships between vocal characteristics and body size and shape in human males: An evolutionary explanation for a deep male voice. *Biological Psychology*, 72, 160–163.
- Evans, S., Neave, N., Wakelin, D., & Hamilton, C. (2008). The relationship between testosterone and vocal frequencies in human males. *Physiology & Behavior*, 93, 783–788.
- Feliz, A. (2003). *A composição corporal em idades compreendidas entre os 10 e os 80 anos* (Master's thesis). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Fonseca, V. (1998). *Psicomotricidade: filogénese, antogénese e retrogénese*. Porto Alegre, Brasil: Artes Médicas.
- Fragoso, I. (1992). *Normas antropométricas da população infantil de Lisboa - Metodologia*. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa.
- Fragoso, I., & Vieira, F. (2014). *Cinantropometria. Curso Prático*. Cruz Quebrada: Edições FMH.
- Gallagher, D., Ruts, E., Visser, M., Heshka, S., Baumgartner, R. N., Wang, J., . . . Heymsfield, S. B. (2000). Weight stability masks sarcopenia in elderly men and women. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 279, e366–e375.
- Gimenez, R. (2006). *A fase de recuperação e a carga adicional casual: adaptações morfo-funcionais resultantes do uso de mochilas escolares na cintura escapular, durante a infância e adolescência*. (Master's thesis). Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana, Cruz Quebrada.
- Giovanni, A., Akl, L., & Ouaknine, M. (2008). Postural dynamics and vocal effort: preliminary experimental analysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 60, 80–85.
- González, J. (2004). Formant frequencies and body size of speaker: a weak relationship in adult humans. *Journal of Phonetics*, 32, 277–287.
- Guimarães, I. (2007). *A ciência e a arte da voz humana*. Alcabideche: Escola Superior de Saúde de Alcoitão.
- Guimarães, I., & Abberton, E. (2005). Fundamental frequency in speakers of portuguese for different voice samples. *Journal of Voice*, 19, 592–606.
- Gusmão, C. S., Campos, P. H., & Maia, M. O. (2010). O formante do cantor e os ajustes laríngeos utilizados para realiza-los: uma revisão descritiva. *Per Musi*, 21, 43–50.
- Hamdan, A. L., Al Barazi, R., Khneizer, G., Turfe, Z., Sinno, S., Ashkar, J., & Tabri, D. (2013). Formant frequency in relation to body mass composition. *Journal of Voice*, 27, 567–571.
- Hamdan, A. L., Al Barazi, R., Tabri, D., Saade, R., Kutkut, I., Sinno, S., & Nassar, J. (2012). Relationships between acoustic parameters and body mass analysis in youn males. *Journal of Voice*, 26, 144–147.

- Hamdan, A. L., Safadi, B., Chamseddine, G., Kasty, M., Turfe, Z. A., Ziade, G. (2014). Effect of weight loss on voice after bariatric surgery. *Journal of Voice*, 28, 618–623.
- Harris, T., & Lieberman, J. (1993). The cricothyroid mechanism, its relation to vocal fatigue and vocal dysfunction. *Voice Forum*, 2, 89–96.
- Hauser, M. D., Evans, C. S., & Marler, P. (1993). The role of articulation in the production of rhesus monkey (*Macaca mulatta*) vocalizations. *Animal Behaviour*, 45, 423–433.
- Herrington-Hall, B. L., Lee, L., Stemple, J. C., Niemi, K. R., & McHone, M. M. (1988). Description of laryngeal pathologies by age, sex, and occupation in a treatment-seeking sample. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 53, 57–64.
- Hollien, H., Bahr, R. H., Harnsberger, J. D. (2014). Issues in forensic voice. *Journal of Voice*, 28, 170–184.
- Hollien, H., Green, R., & Massey, K. (1994). Longitudinal research on adolescent voice change in males. *Journal of the Acoustical Society of America*, 96, 2646–2654.
- Jacques, H. (2002). *Alunos sinistros × carteiras escolares: um estudo com assimetrias posturais* (Master's thesis). Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Kooijman, P. G., de Jong, F. I., Oudes, M. J., Huinck, W., Van Acht, H., & Graamans, K. (2005). Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persistent voice complaints. *Folia Phoniatrica et Logopaedica*, 57, 134–147.
- Koufmann, J. (1995). *Gastroesophageal reflux and voice disorders*. In J. S. Rubin, R. T. Sataloff, G. Korovin, & W. J. Gould (Eds.) *Diagnosis and treatment of voice disorders* (pp. 161–175). New York, NJ: Igaku-Shoin.
- Kuh, D., Bassey, E. J., Butterworth, S., Hardy, R., Wadsworth, M. E., & Musculoskeletal Study Team. (2005). Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 60, 224–231.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2011). *A course in phonetics* (6th ed.). Boston, USA: Wadsworth, Cengage Learning.
- Langsetmo, L., Hitchcock, C. L., Kingwell, E. J., Davison, K. S., Berger, C., Forsmo, S., . . . Prior, J. C. (2012). Physical activity, body mass index and bone mineral density—Associations in a prospective population-based cohort of women and men: The Canadian Multicentre Osteoporosis Study (CaMos). *Bone*, 50, 401–408.
- Lapierre, A. (1982). *A reeducação física* (6^a ed., Vol. 2). São Paulo, Brasil: Manole.
- Laver, J. (1980). *The phonetic description of voice quality*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Laver, J., & Trudgill, P. (1979). Phonetic and linguistic markers in speech. In K. Scherer, & H. Giles, *Social markers in speech* (pp. 1–26). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lippold, C., Danesh, G., Schilgen, M., Drerup, B., & Hackenberg, L. (2006). Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *The Angle Orthodontist*, 5, 779–785.

- Maurer, D., Hess, M., & Gross, M. (1996). High-speed imaging of vocal fold vibrations and larynx movements within vocalizations of different vowels. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 105, 975–981.
- Moore, C. A. (1992). The correspondence of vocal tract resonance with volumes obtained from magnetic resonance images. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 35, 1009–1023.
- Moura, S. M. G. P. T. (1996). *Efeito agudo do CPAP nasal no controle ventilatório e na capacidade de exercício de pacientes normocápnicos com síndrome de apneia do sono obstrutiva* (Doctoral dissertation). Universidade Estadual Paulista de Medicina, São Paulo, Brasil.
- Minderico, C. C. (2006). *Weight-loss in overweight and obese women: model and methods to assess body composition changes* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Morrison, M. D., & Rammage, L. A. (1993). Muscle misuse voice disorders: description and classification. *Acta Oto-laryngologica*, 113, 428–434.
- Morrison, M. D., Rammage, L. A., & Nichol, H. (2001). *Management of the voice and its disorders* (2nd ed.). San Diego, CA: Singular.
- Mosculino, J. E. (2008). *Cinesiologia, o sistema do esqueleto e a função muscular*. Loures: Lusodidacta.
- Pace, N., & Rathbun, E. N. (1945). Studies on body composition - body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content. *The Journal of Biological Chemistry*, 158, 685–691.
- Pribuisiene, R., Uloza, V., Kupcinskis, L., & Jonaitis, L. (2006). Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. *Journal of Voice*, 20, 128–136.
- Rantanen, T., Era, P., & Heikkinen, E. (1997). Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the age of 75 to 80 years. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45, 1439–1445.
- Raskin, D., Pinto-Neto, A., Raskin, L., Martinez, E. (2000). Fatores Associados à Obesidade e ao Padrão Andróide de Distribuição da Gordura Corporal em Mulheres Climatéricas. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 22, 435–441.
- Roussouly, P., & Nadi, C. (2010). Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *European Spine Journal*, 19, 1824–1836.
- Roussouly, P., Gollogly, S., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2005). Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*, 30, 346–353.
- Russel, A., Penny, L., & Pemberton, C. (1995). Speaking fundamental frequency changes over time in women: a longitudinal study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 38, 101–109.
- Santos, D. (2013). *Body composition in athletes: from methodology to application* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Sataloff, R., Castell, O., Sataloff, M., Spiegel, J., & Hawkshaw, M. (1997). Reflux and other gastroenterological conditions that may affect the voice. In R. T. Sataloff (Ed.). *Professional voice: the science and art to clinical care* (2nd ed., pp. 319–329). San Diego, CA: Singular Publishing Group.

- Silva, A. (2005). *Biological variability in human body composition: implication in the rules and methodology research areas* (Doctoral dissertation). Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Cruz Quebrada.
- Simberg, S., Santtila, P., Soveri, A., Varjonen, M., Sala, E., & Sandnabba, N. K. (2009). Exploring genetic and environmental effects in dysphonia: a twin study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 52, 153–163.
- Sinaki, M., Itoi, E., Rogers, J. W., Bergstralh, E. J., & Wahner, H. W. (1996). Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen-deficient women. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists*, 75, 370-374.
- Siri, W. E. (1961). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition* (pp. 223–244). Washington: National Academy of Sciences - National Research Council.
- Solow, B., & Sandham, A. (2002). Cranio-cervical posture: a factor in the development and function of the dentofacial structures. *European Journal of Orthodontics*, 24, 447–456.
- Solomon, N. P., Helou, L. B., Dietrich-Burns, K., & Stojadinovic, A. (2011). Do obesity and weight loss affect vocal function? *Seminars in Speech and Language*, 32, 31–42.
- Souchard, P. (1998). *Reeducação postural global e lesões articulares*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier.
- Souza, M. T. (2002). *Desvios posturais da coluna vertebral e sua relação com a gordura corporal, em crianças entre 9 e 10 anos, no município de Vassouras/RJ* (Master's thesis). Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Stepp, C. E., Hillman, R. E., & Heaton, J. T. (2010). The impact of vocal hyperfunction on relative fundamental frequency during voicing offset and onset. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1220–1226.
- Sterkowicz-Przybycień, K. L., Sterkowicz, S., & Zarów, R. T. (2011). Somatotype, body composition and proportionality in Polish top Greco-Roman wrestlers. *Journal of Human Kinetics*, 28, 141-154.
- Sundberg, J. (1987). *The science of the singing voice*. Dekalb Illinois: Northern Illinois University Press.
- Sussman, J., & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of fundamental frequency and jitter. *Journal of Voice*, 8, 145–156.
- Tóth, T., Michalíková, M., Bednarcíková, L., Zivcák, J., & Kneppo, P. (2014). Somatotypes in sport. *Acta Mechanica et Automatica*, 8, 27–32.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.
- Vieira, F., & Fragoso, I. (2006). *Morfologia e crescimento* (2.^a ed.). Cruz Quebrada: FMH Edições.
- Yumoto, E., Gould, W. J., & Baer, T. (1982). Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *Journal of the Acoustical Society of America*, 71, 1544–1550.

CAPÍTULO 8

CONCLUSÃO GERAL

Para concluir, destacam-se agora as principais conclusões atingidas ao longo da presente Tese. Os dados obtidos relacionando o IMC com o parâmetro HNR despoletaram a interpretação de que indivíduos mais gordos terão comprometimento da sua capacidade vital e da coordenação pneumofônica (Bortolotti & Silva, 2005), com consequências na eficiência glótica. Este aspeto parece aumentar as irregularidades na vibração das pregas vocais, podendo ser comprovado pelo aumento no valor de ruído espectral (HNR). Reforçando a interpretação realizada, a relação obtida entre a MLG e a intensidade vocal também remete para o efeito da acumulação de gordura no abdômen e no tórax, com forte impacto na energia expiratória e na pressão subglótica necessária para vencer a resistência das pregas vocais, durante a fonação. Por outras palavras, pode-se concluir que falantes com maior quantidade relativa de MLG e também de MG apresentarão pior eficiência glótica, com maior ruído associado ao sinal acústico periódico e com menor intensidade vocal.

Conclui-se que as características de composição corporal podem influenciar adaptações posturais que o falante passa a assumir ao longo do tempo, com impacto na dinâmica glótica. Essas adaptações posturais poderão ter várias explicações etiológicas. O padrão de distribuição de MG no trato vocal tem consequências nas vias aéreas superiores, com um estreitamento da traqueia, laringe, faringe e cavidade nasal (Aloé et al., 1997). Como consequência, falantes com excesso de peso podem apresentar dificuldades no seu padrão expiratório essenciais para as funções vitais e para a fonação. Estes indivíduos poderão apresentar, também, redução da capacidade vital (Bortolotti & Silva, 2005) e, neste sentido, concluiu-se que falantes com níveis elevados de MLG e de MG têm pior eficiência respiratória. Verificou-se, assim, que estes aspetos poderão influenciar a postura da coluna vertebral, na medida em que indivíduos com insuficiência das vias respiratórios poderão adotar a extensão da cabeça para aumentar a permeabilidade do trato respiratório superior. Este ajustamento da postura da cabeça colocará o centro de massa anteriormente. Para obterem um equilíbrio do centro de gravidade, os indivíduos adotarão adaptações da postura da coluna (Arboleda & Frederick, 2008; Rubin et al., 2007). No caso de um indivíduo com elevado IMC, o qual associado a MG e MLG elevadas (predominância de endomorfismo e de mesomorfismo), haverá a tendência para a retificação das curvaturas da coluna ou a sua acentuação, à medida que a adiposidade aumenta (Araújo et al., 2014). A postura da cabeça em hiperextensão favorecerá a descida da mandíbula, com impacto na qualidade das vogais produzidas, nomeadamente valores de F1 e F3 elevados, na

vogal posterior [u]. Verificou-se, assim, que o aumento da lordose cervical aumentará a cifose torácica e o IC. Inclusivamente, estas variáveis posturais revelaram diferenças entre falantes normais e falantes disfônicos.

Mais uma vez, está aqui subjacente a forte relação entre as características morfológicas do falante e a qualidade vocal. Ao longo do tempo, tem-se associado a presença de alterações na tensão dos músculos laríngeos e peri-laríngeos com o diagnóstico de disфонia por tensão muscular (Lowell et al., 2012; Stepp et al., 2010; Van Houtte et al., 2011, 2013). Os resultados obtidos permitiram verificar que a patologia vocal envolve alterações no equilíbrio muscular global, muito para além daquelas verificadas na dinâmica laríngea. A literatura assim como os resultados alcançados, indicam que esta é uma área onde ainda há necessidade de um conhecimento mais aprofundado.

Vários são os fatores que atuam no desenvolvimento morfológico, sendo eles intrínsecos (genéticos, hormonais e nervosos) e extrínsecos (ambientais e nutricionais) ao indivíduo (Souza, 2002). Contudo, particularidades intrínsecas a cada indivíduo poderão ser modificadas por fatores ambientais e socioculturais, com forte impacto nos ajustes posturais que o indivíduo adotará ao longo da sua vida. O uso vocal de cada falante, atendendo à sua vida pessoal e profissional, a existência de hábitos nocivos (fumar, por exemplo) bem como a presença de outras patologias (por exemplo, rinite, sinusite), constituem fatores que poderão comprometer a saúde vocal do indivíduo. Estes poderão ser, também, exemplos de fatores extrínsecos que dão origem ao desenvolvimento de patologia vocal.

8.1. Referências

- Alóé, F., Pedroso, A., Tavares, S., & Barbosa, R. C. (1997). Ronco e síndrome da apnéia obstrutiva do sono. *Fono Actual*, 1, 34–39.
- Araújo, F., Lucas, R., Algrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Individual and contextual characteristics as determinants of sagittal standing posture: a population-based study of adults. *The Spine Journal*, 14, 2373–2383.
- Arboleda, B. M., & Frederick, A. L. (2008). Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. *Journal of Voice*, 22, 90–99.
- Bortolotti, P., & Andrada e Silva, M. A. (2005). Caracterização da voz de um grupo de mulheres com obesidade mórbida acompanhadas no setor de cirurgia bariátrica da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de São Paulo. *Distúrbios da Comunicação*, 17, 149–160.
- Lowell, S. Y., Kelley, R. T., Colton, R. H., Smith, P. B., & Portnay, J. E. (2012). Position of the hyoid and larynx in people with muscle tension dysphonia. *The Laryngoscope*, 122, 370–377.

- Rubin, J., Blake, E., & Mathieson, L. (2007). Musculoskeletal patterns in patients with voice disorders. *Journal of Voice*, 21, 477–484.
- Souza, M. T. (2002). *Desvios posturais da coluna vertebral e sua relação com a gordura corporal, em crianças entre 9 e 10 anos, no município de Vassouras/RJ* (Master's thesis). Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos, Rio de Janeiro, Brasil.
- Stepp, C. E., Hillman, R. E., & Heaton, J. T. (2010). The impact of vocal hyperfunction on relative fundamental frequency during voicing offset and onset. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, 1220–1226.
- Van Houtte, E., Clayes, S., D'haeseleer, E., Wuyts, F., & Van Lierde, K. (2013). An examination of surface EMG for the assessment of muscle tension dysphonia. *Journal of Voice*, 27, 177–186.
- Van Houtte, E., Van Lierde, K., & Clayes, S. (2011). Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *Journal of Voice*, 25, 202–207.

AGRADECIMENTOS

Ao meu pai e à minha mãe por me terem dado as melhores lições da minha vida. São o meu pilar!

Ao Nelson pela presença, pela companhia e pelo amor.

Ao meu irmão e à minha restante família por estarem sempre comigo, sempre a torcer por mim, mesmo que mais ou menos distantes.

Aos meus orientadores, agradeço sinceramente a confiança depositada em mim e o apoio científico fornecido ao longo da construção deste meu conhecimento.

Pela ordem temporal em que foram surgindo no desenvolvimento da ideia (antes mesmo de qualquer documento oficial!):

Ao Professor Doutor Mário Andrea. Agradeço o contínuo encorajamento, pela motivação que me transmitiu e por me mostrar em como acreditar numa ideia até ao fim.

Ao Professor Doutor Fernando Martins. Agradeço ter acreditado em mim desde o primeiro momento, pela sua dedicação e orientação, por ouvir as minhas dúvidas, os meus receios e inseguranças, sempre com uma palavra amiga.

À Professora Doutora Isabel Fragoso. Agradeço a sua fé, a sua dedicação, agradeço a orientação nas várias etapas passadas e a forma carinhosa com que me tratava de “filhinha”.

À Professora Doutora Júlia Teles dirijo um reconhecimento muito especial. Agradeço todo o tempo disponibilizado, toda a dedicação, toda a atenção e todo o suporte, não só na análise estatística dos dados mas também no desenvolvimento científico dos vários estudos levados a cabo.

Ao Mestre Luís Carrão dirijo um especial agradecimento pelo suporte técnico-científico e pela motivação fornecida ao longo das várias fases deste trabalho.

Agradeço o suporte fornecido pelo Departamento de Otorrinolaringologia, Voz e Comunicação do Hospital Santa Maria ao longo deste estudo, no que diz respeito ao suporte científico, ao apoio logístico e ao equipamento disponibilizado.

Agradeço também ao Serviço de Pneumologia do Hospital Santa Maria, pela pessoa do Professor Doutor Bugalho de Almeida, o apoio e disponibilidade na recolha da amostra, no ano de 2012.

Dirigido também um agradecimento à Faculdade de Motricidade Humana da Universidade de Lisboa a disponibilização do material e equipamentos para a recolha da amostra, no ano de 2012.

Aos meus queridos amigos. Um enorme obrigado vai também para todos vós, pela minha longa ausência. Em especial, à minha amiga Sónia Isidoro pois com o teu apoio este percurso foi um pouco mais fácil.

PUBLICAÇÕES

A – Publicações

Artigos publicados e submetidos a jornais com indexação ISI e revisão de pares

1. Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, I., Carrão, L., Teles, J. (2014). Is the sagittal postural alignment different in normal and dysphonic adult speakers? *Journal of Voice*, 28(4), 523.e1-523.e8.
2. Franco, D., Andrea, M., Fragoso, I., Carrão, L., Teles, J., Martins, F. (submitted). Effects of sagittal postural alignment on speech production. *The Spine Journal*.
3. Franco, Débora, Isabel Fragoso, Júlia Teles, Fernando Martins (submitted). Relationship between body mass composition, somatotype and voice quality. *Journal of the Acoustical Society of America*.
4. Franco, Débora, Isabel Fragoso, Mário Andrea, Júlia Teles, & Fernando Martins (2015). Somatotype and body composition of normal and dysphonic adult speakers. *Journal of Voice*. In Press. In: <http://dx.doi.org/10.1016/j.voice.2015.11.020>

Artigos publicados sem indexação ISI

1. Franco (2014). Acoustic and Perceptual Measurements of Voice Quality relating with Sagittal Postural Alignment: a study of preliminary results of Normal and Dysphonic Portuguese Speakers. In Kohlberger, Martin, Kate Bellamy & Eleanor Dutton (Eds.) *ConSOLE XXII: Proceedings of the 22nd Conference of the Student Organization of Linguistics in Europe* (8-10 January 2014, Lisbon). Leiden: Leiden University Centre for Linguistics. ISSN: 1574-499X.
<http://www.hum.leiden.edu/lucl/research/sole/proceedings/console-xxii-proceedings.html>
2. Franco, D., Andrea, M. Fragoso, I., Martins, F. (2014). Produção e percepção da qualidade vocal considerando a postura corporal: estudo de resultados preliminares. *Textos Seleccionados, XXIX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*. Porto: APL (pp. 265-278), ISBN 978-989-97440-3-5. <http://www.apl.org.pt/apl-actas/xxix-encontro-nacional-da-associacao-portuguesa-de-linguistica.html>
3. Franco, D., Andrea, M. Fragoso, I., Martins, F. (2015). Consequências da composição da massa corporal na produção do Português Europeu: estudo de resultados preliminares. *Textos Seleccionados, XXX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*. Braga: APL (pp. 321-333), ISBN 978-989-97440-4-2.

Resumos publicados em jornal com indexação

1. Franco D, Martins F, Andrea M, Fragoso I, Teles J (2014). Somatotype and body mass composition in European Portuguese Adult Speakers. *Rev Saúde Pública*; 48(n.esp):190-281.

Resumos publicados sem indexação

1. Franco D, Fragoso I, Martins F (2014). Pode-se efetivamente identificar a influência da postura corporal na produção e fala? Comunicação por convite: VII Congresso Nacional da Associação Portuguesa de Terapeutas da Fala (APTF). *Rev Portuguesa de Terapia da Fala*; 2(n.esp):39-63. ISSN: 2183-1297.

B - Comunicações orais e pósteres

Internacional:

1. Franco, D., Fragoso, I., Teles, J., Martins, F. (2015). Impacto da composição corporal e do somatótipo na produção de vogais: Resultados preliminares de trabalho de investigação aplicado ao Português Europeu. Póster apresentado no I Simpósio Iberoamericano de Motricidade Orofacial (SIAMO).
2. Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, I., Teles, J. (2014). Somatotype and Body Composition in European Portuguese Adult Speakers. Comunicação oral no 2nd IPLeiria International Health Congress – Challenges & Innovation in Health. Leiria: Health Research Unit (UIS) of the School of Health Sciences of Leiria.
3. Franco, D. (2014). Acoustic and Perceptual Measurements of Voice Quality relating with Sagittal Postural Alignment. Comunicação oral no 22nd Conference of the Student Organization of Linguistics in Europe (ConSOLE XXII). Lisbon: University of Lisbon.
4. Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, I. (2012). Postura e Morfologia Corporais e Qualidade Vocal. Comunicação oral no IPLeiria's Health International Congress – Best Practice for Better Health. Leiria: Health Research Unit (UIS) of the School of Health Sciences of Leiria.

Nacional:

1. Franco, D., Martins, F., Andrea, M., Fragoso, I. (2013). O comportamento de medidas acústicas e percetivas de qualidade vocal considerando a postura corporal. Comunicação oral no XXIX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística: Coimbra: Universidade de Coimbra.

2. Franco, D. (2014). A influência da postura corporal na produção de fala. Comunicação oral no VII Congresso Nacional da Associação Portuguesa de Terapeutas da Fala. Lisboa: Fundação Portuguesa das Comunicações.
3. Franco, D., Fragoso, I., Martins, F. (2014). Consequências da composição corporal na produção do Português Europeu: estudo de resultados preliminares. Comunicação oral no XXX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística. Porto: Universidade do Porto.
4. Franco, D. (2014). Postura corporal e qualidade vocal. Seminários da Unidade de Investigação em Saúde (UIS). Leiria: Instituto Politécnico de Leiria.
5. Franco, D., Andrea M., Fragoso I., Martins F. (aceite). Postura corporal na patologia vocal. Póster aceite para ser apresentado 61º Congresso Sociedade Portuguesa de Otorrinolaringologia (SPORL) e Cirurgia Cérvico-facial.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Consentimento informado



CONSENTIMENTO INFORMADO

CONFIDENCIAL

Id_participante: _____

ID: _____

Título do estudo: O impacto da postura corporal na qualidade vocal

Investigador principal: Débora Franco

Supervisores: Fernando Martins, Mário Andrea, Maria Isabel Fragoso

Instituições envolvidas: Faculdade de Letras e Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa; Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.

Declaro ter sido informado dos objetivos do estudo em que aceito participar. Aceito igualmente os métodos utilizados, sabendo que não prejudicam a minha saúde.

Autorizo a realização das gravações bem como a utilização dos dados obtidos para efeitos científicos e educacionais, sabendo que os investigadores assumem a responsabilidade pela confidencialidade de quaisquer dados recolhidos.

Lisboa, _____

(Assinatura legível do responsável pela investigação)

(Assinatura do participante)

(Sugerimos-lhe que conserve esta cópia do documento, ficando a outra cópia na posse do responsável do projeto)



CONFIDENCIAL

Id_participante: _____

ID: _____

Este documento tem como objetivo fornecer-lhe a informação básica de que depende o seu consentimento para a participação voluntária neste projeto de investigação. O presente documento é um requisito necessário para essa participação. Pede-se que o leia, coloque as suas dúvidas a quem lho apresentar e, se quiser participar, assine o consentimento informado. Leve o tempo que entender necessário para examiná-lo.

Título do estudo: O impacto da postura corporal na qualidade vocal

Investigador principal: Débora Franco

Supervisores: Fernando Martins, Mário Andrea, Maria Isabel Fragoso

Instituições envolvidas: Faculdade de Letras, Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa; Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa.

Descrição sucinta da natureza e procedimentos do estudo: Este estudo pretende analisar a relação entre a postura e a morfologia corporais e a qualidade vocal. Deste modo, através de um estudo de observação analítico, com pessoas sem patologia vocal pretende-se: (1.) Obter valores normativos das medidas acústicas da voz; (2.) Determinar o efeito da perturbação postural na qualidade vocal; (3.) Determinar o efeito da postura da cabeça na qualidade vocal; (4.) Determinar o efeito do somatótipo (tipo morfológico) na qualidade vocal; (5.) Determinar o efeito da disfunção músculo-esquelética na qualidade vocal. Obtendo-se esses dados, parte-se para o estudo da patologia vocal (disfonia). Nesta dimensão pretende-se: (6.) Determinar o efeito da perturbação postural na disfonia; (7.) Determinar o efeito da postura da cabeça na disfonia; (8.) Determinar o efeito do somatótipo na disfonia; (9.) Determinar a prevalência de determinada disfonia (considerando os vários sistemas classificativos) e a perturbação postural; (10.) Determinar a prevalência de determinada disfonia (considerando os vários sistemas classificativos) e o somatótipo. No Departamento de Otorrinolaringologia do Hospital Santa Maria, cada participante realizará: videoendoscopia laríngea, medições antropométricas, avaliação postural e gravação da voz (fonação sustentada, leitura, conversação). Seguidamente, no Serviço Pneumologia será realizada a avaliação respiratória funcional. Quando encaminhado pelo ortopedista, a pessoa também será sujeita a Rx torácico e/ou de membros, quando justificável, no Serviço de Imagiologia.

Dada a voluntariedade da sua participação, é-lhe possível desvincular-se deste processo de investigação a qualquer momento, sendo que tanto a recusa inicial como o abandono subsequente não acarretam qualquer penalização ou perda de direitos.

Se permanecerem dúvidas ou forem necessários esclarecimentos suplementares poderá contactar:

Débora Franco, Doutoranda da Universidade de Lisboa | Departamento de ORL e Perturbações da Comunicação, Hospital Santa Maria, 217 937 707.

**APÊNDICE II – Documento de identificação e de caracterização da história
clínica**

O IMPACTO DA POSTURA CORPORAL NA QUALIDADE VOCAL

Id_participante: _____

ID: _____

Data da observação: _____

IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Sexo: M ☐ F ☐

Data de Nascimento: _____ Idade: _____

Profissão: _____

Habilitações literárias: _____

Naturalidade: _____

HISTÓRIA CLÍNICA

Presença de perturbação músculo-esquelética:

Malformação craniofacial ☐, Doença músculo-esquelética ☐, Traumas ortopédicos ☐,
Doença respiratória ☐, Doença neurológica ☐, Sujeito a cirurgia à laringe ☐

Queixas de alterações vocais ☐ Há quanto tempo? _____

Fumador: Não ☐ Sim ☐ Quantos cigarros por dia? _____

Caracterização dentária:

Aparelho ortodôntico ☐ Contenção ortodôntica fixa ☐ Prótese dentária ☐

APÊNDICE III – Documento de registo de medidas antropométricas

Id_participante: _____

ID: _____

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

	1ª medida	2ª medida	1ª medida	2ª medida
Indivíduo				
Data de Nascimento				
Sexo				
Etnia				
Dados Antropométricos				
Massa Corporal				
Estatura				
Altura Sentado				
Pregas				
Tricipital				
Subescapular				
Bicipital				
Iliocrista				
Supraespinal				
Abdominal				
Crural				
Geminal				
Perímetros				
Braço (relaxado)				
Braço (contração)				
Mesoesternal				
Geminal (max)				
Comprimentos				
Acromiale-dactylion				
Diâmetros				
Biacromial				
Biiliocrystal				
Toraco-transverso				
Toraco-sagital				
Umeral (biepicondylar)				
Stylion-ulnar				
Femoral (biepicondylar)				
Maléolar				

ANEXOS

**ANEXO I – Autorização da Comissão de Ética e Autorização do Conselho
de Administração do Centro Hospitalar Lisboa Norte/Hospital de Santa
Maria**

CENTRO HOSPITALAR
LISBOA NORTE, EPE



HOSPITAL DE
SANTAMARIA

Hospital
PulidoValente



Presidente

Prof. Doutor João Lobo Antunes (CHLN/FML)

Vice-Presidente

Prof.^a. Doutora Maria Luísa Figueira (CHLN)

Membros

Dra. Elisa Pedro (CHLN)

Padre Fernando Sampaio (CHLN)

Dra. Ana Luísa Figueiras (CHLN)

Dra. Graça Nogueira (CHLN)

Mestre En.^a. Isabel Côrte-Real (CHLN)

Dr. Mário Miguel Rosa (CHLN)

Prof. Doutor António Barbosa (FML)

Prof. Doutor António Vaz Carneiro (FML)

Prof. Doutor João Lavinha (FML)

Prof. Doutor Manuel Villaverde Cabral (FML)

Prof. Doutor José Barata Moura (FML)

Mestre Maria Do Céu Rueff (FML)

Exma. Senhora

Terapeuta Débora Franco

Rua dos Golfeiros, 18

2440-038 BATALHA

Lisboa, 17 de Outubro de 2011

2ª VIA

Assunto: Projecto de Investigação "O impacto da postura corporal na qualidade vocal", no âmbito do Curso de Doutoramento "Voz, Linguagem e Comunicação" da Universidade de Lisboa

Relator – Prof.^a. Doutora Maria Luísa Figueira

Pela presente informamos que o projecto citado em epígrafe obteve, na reunião realizada em 12 de Outubro de 2011, parecer favorável da Comissão de Ética.

Mais se informa que o referido Estudo foi enviado ao Director Clínico, Prof. Dr. Correia da Cunha, a fim de obter a autorização final para a sua realização.

Com os melhores cumprimentos,

O Presidente da Comissão de Ética para a Saúde

Prof. Doutor João Lobo Antunes

**COMISSÃO DE
ÉTICA CHLN/FML**

Secretariado: Ana Cristina Pimentel Neves e Patrícia Fernandes

Tel. – 21 780 54 05; Fax – 21 780 56 90

Av. Professor Egas Moniz
1649-035 LISBOA

Alameda das Linhas de Torres, 117
1769-001 LISBOA

CENTRO HOSPITALAR
LISBOA NORTE, EPE



HOSPITAL DE
SANTAMARIA



Hospital
Pulido Valente

Exma. Senhora
Dra. Débora Lucília Santo Franco
Rua dos Golfeiros, 18
2440 - 038 BATALHA

Refª PCA - 31.OUT.2011 - 0763

Assunto: Projecto de Investigação "O impacto da postura corporal na qualidade vocal".

Tenho o prazer de informar V. Exa. que o projecto de investigação em epígrafe foi aprovado pela Comissão de Ética para a Saúde do CHLN, e autorizado pelo Conselho de Administração em 27 de Outubro de 2011.

Com os melhores cumprimentos, *Murais*

O Presidente do Conselho de Administração

[Signature]
Prof. Dr. A. Correia da Cunha

/MC

CONSELHO DE
ADMINISTRAÇÃO

Av. Professor Egas Moniz
1649-035 LISBOA
Tel: 217 805 000 - Fax: 217 805 610

www.chln.pt

Alameda das Linhas de Torres, 117
1769-001 LISBOA
Tel: 217 548 000 - Fax: 217 548 215

www.chln.pt

